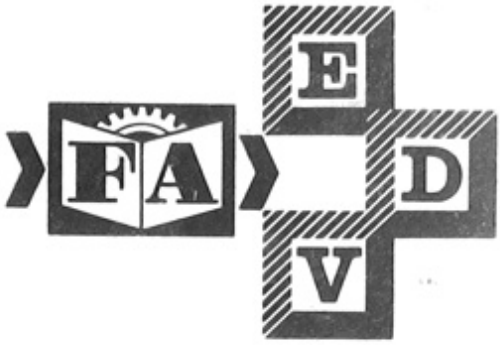
FERNSEHKURS DES DEUTSCHEN FERNSEHFUNKS



Themenkomplex 3/2

Aufbau und Arbeitsweise einer elektronischen Datenverarbeitungsanlage

Verlag Die Wirtschaft Berlin

Das Material
entstand unter Verwendung
der Autorenmanuskripte des Fernsehkurses
"Elektronische Datenverarbeitung"

Lektion 11 und 12 von Erhard Löbner, Karl-Marx-Stadt
Lektion 13 von Dr. Jürgen Meinhardt, Dresden
Lektion 14 von Günter Bezold, Karl-Marx-Stadt

Die Überarbeitung
für die Veröffentlichung besorgten:
Dr. Klaus Fischer, Dresden
Ing. Egon Hofmann, Dresden

Lektor: Dipl.-Hdl. Renate Eyraud

Redaktionsschluß:
20. März 1969

Verlag Die Wirtschaft, 1055 Berlin, Am Friedrichshain 22
1969 veröffentlicht · Lizenz-Nr. 122 · Druckgenehmigungs-Nr. 195/168/2/69
Alle Rechte vorbehalten
Schreibsatz: Verlag Die Wirtschaft, Berlin
Gesamtherstellung: Ostseedruck Rostock
ES 21 A · 0,90

Inhaltsverzeichnis

LEKTION 11
Die Geräte zur Ein- und Ausgabe von Daten (I)

1. Einleitung 4
2. Der Datenfluß in der EDV-Anlage Robotron 300 5
3. Die Codierung 6
4. Die Geräte für die Ein- und Ausgabe von Lochkarten 9
5. Die Geräte für die Ein- und Ausgabe von Lochband 11
6. Die weitere Entwicklung von Dateneingabegeräten 13

LEKTION 12
Die Geräte zur Ein- und Ausgabe von Daten (II)

1. Einleitung 15
2. Der Schnelldrucker 16
3. Die Geräte zur Datenübertragung 19
4. Die Puffer 21
5. Der Coordinatograph 22
6. Die weitere Entwicklung von Datenausgabegeräten 24

LEKTION 13
Die externen Speichergeräte

1. Einleitung 25
2. Die Magnetbandspeicher 26
3. Die Zusatzspeicher 32

LEKTION 14
Das Zusammenwirken der Einzelgeräte einer EDV-Anlage

1. Einleitung 36
2. Die Formulierung der Aufgabe 36
3. Das Aufstellen des Programms 37
4. Das Herstellen des Datenträgers 39
5. Die Eingabe des Programms in die EDV-Anlage 40
6. Die Befehlsabarbeitung und Ergebnisausgabe 41

LEKTION

11

Die Geräte zur Ein- und Ausgabe von Daten (I)

1. Einleitung

2. Der Datenfluß in der EDV-Anlage Robotron 300

3. Die Codierung

4. Die Geräte für die Ein- und Ausgabe von Lochkarten

5. Die Geräte für die Ein- und Ausgabe von Lochband

5.1. Der Lochbandleser
5.2. Der Lochbandstanzer

6. Die weitere Entwicklung von Dateneingabegeräten

1. Einleitung

Die Eingabe der Daten in den Hauptspeicher kann technisch unterschiedlich realisiert werden, im einfachsten Falle mit Hilfe einer Tastatur, zum Beispiel einer Schreibmaschine. Eine ausgezeichnete Schreibkraft erreicht jedoch höchstens eine Geschwindigkeit von 10 Zeichen in der Sekunde. Deshalb wird der Ein- und Ausgabeprozeß durch spezielle Geräte automatisiert und dem Leistungsvermögen der Zentraleinheit angepaßt.
Ziel dieser Lektion ist es, die Datenein- und -ausgabe in Verbindung mit typischen Geräten der Ein- und Ausgabetechnik kennenzulernen.
Wir behandeln dazu folgende Komplexe:

- Der Datenfluß in der Datenverarbeitungsanlage Robotron 300
- Die Codierung
- Lochkartenein- und -ausgabegeräte
- Lochbandein- und -ausgabegeräte.

2. Der Datenfluß in der EDV-Anlage Robotron 300

Bei der Ein- und Ausgabe sprechen wir allgemein von Daten und verstehen darunter Befehle oder Programme und die zu verarbeitenden Daten.
Erstere geben der Anlage Anweisungen, in welcher Art und nach welchen Gesichtspunkten die Verarbeitung zu erfolgen hat. Letztere liefern nach ihrer Verarbeitung die gewünschten Informationen.
Bei der Ein- und Ausgabe bestehen keine Unterschiede. Man wird lediglich im konkreten Fall den am besten geeigneten Datenträger auswählen.
Betrachten wir nun an Hand des Blockschaltbildes den Datenfluß im Robotron 300.

Als Eingabegeräte fungieren Lochkartenleser, Lochbandleser und Geräte der Datenübertragung.

Die von den Eingabegeräten über entsprechende Datenträger aufgenommenen Daten werden in elektrische Impulse umgeformt, über Puffer der Zentraleinheit zugeführt und dort verarbeitet.

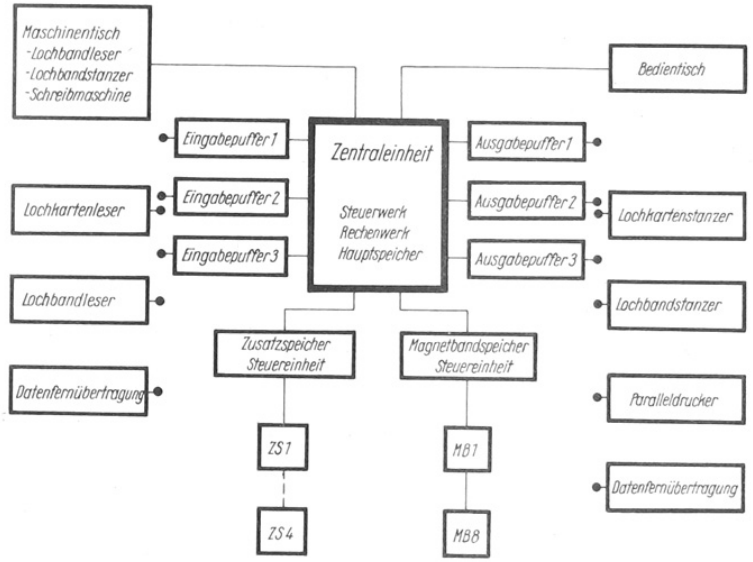


Abbildung 1
Blockschaltbild der EDV-Anlage Robotron 300

Die Ausgabe erfolgt durch spezielle Ausgabegeräte, die mit der Zentraleinheit über Puffer gekoppelt sind.

Zu den Ausgabegeräten gehören der Schnelldrucker, der Lochkartenstanzer, der Lochbandstanzer und Datenübertragungsgeräte.

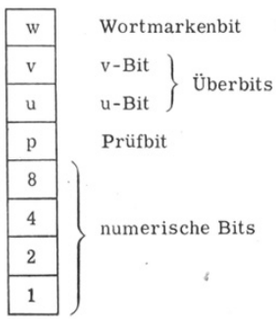
Dementsprechend können Daten auf Papier gedruckt, in Lochkarten oder Lochband gestanzt ausgegeben werden.
Zur Protokollierung, zur Vornahme von Korrekturen, zur Eingabe kleiner Programme und zur Ausgabe einer geringen Datenmenge sind auf dem Maschinentisch eine Schreibmaschine, ein Lochbandleser und ein Lochbandstanzer installiert. Diese Geräte sind jedoch von wesentlich geringerer Leistungsfähigkeit als die speziellen Ein- und Ausgabegeräte.

Der Bedientisch ermöglicht, den Programmablauf zu starten. Über ihn wird auch der Stand der Abarbeitung des Programms angezeigt.

Das Zusammenwirken von Ein- und Ausgabegeräten mit der Zentraleinheit wird durch die Zentraleinheit selbst gesteuert. Beispielsweise werden durch die Zentraleinheit immer nur so viele Daten übernommen, wie es der vorgeschriebene Programmablauf fordert. Um einen kontinuierlichen Arbeitsablauf zu gewährleisten, hat zum Beispiel bei der Verwendung von Lochkarten das Bedienungspersonal der Anlage nur dafür zu sorgen, daß dem Lochkarteneingabegerät immer die erforderlichen Lochkarten zur Verfügung stehen.
Durch Steuerung kann erreicht werden, daß in ständigem Wechsel Daten über Lochkarten und Lochband eingegeben werden. Ebenso ist eine wechselweise Ausgabe von Daten auf Lochband, Lochkarten oder in gedruckter Form möglich.

3. Die Codierung

Bereits in der Lektion 4 haben wir uns mit der Darstellung und Verschlüsselung von Daten in elektronischen Rechenanlagen befaßt.
In dieser Lektion betrachten wir den Code für die elektronische Datenverarbeitungsanlage Robotron 300.
Dieser Code gestattet es, 64 verschiedene Zeichen für die Datenverarbeitung einzusetzen und zu nutzen. Zu diesen Zeichen gehören die zehn Ziffern 0 bis 9, die 26 Buchstaben unseres Alphabets und weitere festgelegte Symbole, zum Beispiel Interpunktionszeichen.
Zur Darstellung eines Zeichens im Robotron 300 werden jeweils 8 Bit verwendet. Den einzelnen Bits sind zur besseren Verständigung Platzbegriffe zugeordnet:



Die Plätze 1, 2, 4 und 8 dienen der Verschlüsselung numerischer Zeichen, also unserer Ziffern 0 bis 9.
Durch Hinzunahme der Plätze u und v, der Überbits, erhalten wir 6 Bits, die zur Verschlüsselung von $2^6 = 64$ Zeichen ausreichen.
Mit diesen 6 Bits werden die beim Robotron 300 verwendeten 64 verschiedenen Zeichen dargestellt.
Die verwendeten Zeichen und ihre Verschlüsselung (interne Darstellung) sind aus der "Codetabelle der Datenverarbeitungsanlage Robotron 300" ersichtlich (s. Abbildung 2).

Zeichen Symbol	Bemerkung	interne Darstellung V	U	8	4	2	1
0		0	0	0	0	0	0
1		0	0	0	0	0	L
2		0	0	0	0	L	0
3		0	0	0	0	L	L
4		0	0	0	L	0	0
5		0	0	0	L	0	L
6		0	0	0	L	L	0
7		0	0	0	L	L	L
8		0	0	L	0	0	0
9		0	0	L	0	0	L
¤	Leerzeichen	0	0	L	0	L	0
#	Nummer	0	0	L	0	L	L
(	runde Klammer auf	0	0	L	L	0	0
:	Doppelpunkt	0	0	L	L	0	L
¥	Blockanfangskennzeichen 1 MB	0	0	L	L	L	0
]	eckige Klammer zu	0	0	L	L	L	L
+	plus	0	L	0	0	0	0
A		0	L	0	0	0	L
B		0	L	0	0	L	0
C		0	L	0	0	L	L
D		0	L	0	L	0	0
E		0	L	0	L	0	L
F		0	L	0	L	L	0
G		0	L	0	L	L	L
H		0	L	L	0	0	0
I		0	L	L	0	0	L
~	Satzkennzeichen	0	L	L	0	L	0
.	Punkt	0	L	L	0	L	L
;	Semikolon	0	L	L	L	0	0
!	Ausrufezeichen	0	L	L	L	0	L
¥¥	Blockanfangskennzeichen 2 MB	0	L	L	L	L	0
"	Anführungszeichen	0	L	L	L	L	L
-	minus (Bindestrich)	L	0	0	0	0	0
J		L	0	0	0	0	L
K		L	0	0	0	L	0
L		L	0	0	0	L	L
M		L	0	0	L	0	0
N		L	0	0	L	0	L
O		L	0	0	L	L	0
P		L	0	0	L	L	L
Q		L	0	L	0	0	0
R		L	0	L	0	0	L
≈	Gruppenkennzeichen	L	0	L	0	L	0
)	runde Klammer zu	L	0	L	0	L	L
*	Stern	L	0	L	L	0	0
=	gleich	L	0	L	L	0	L
<	kleiner als	L	0	L	L	L	0
?	Fragezeichen	L	0	L	L	L	L
'	Apostroph	L	L	0	0	0	0
/	Schrägstrich	L	L	0	0	0	L
S		L	L	0	0	L	0
T		L	L	0	0	L	L
U		L	L	0	L	0	0
V		L	L	0	L	0	L
W		L	L	0	L	L	0
X		L	L	0	L	L	L
Y		L	L	L	0	0	0
Z		L	L	L	0	0	L
≋	Blockkennzeichen	L	L	L	0	L	0
,	Komma	L	L	L	0	L	L
%	Prozent	L	L	L	L	0	0
Δ	Wortmarkenkennzeichen MB	L	L	L	L	0	L
>	größer als	L	L	L	L	L	0
[	eckige Klammer auf	L	L	L	L	L	L

Abbildung 2
Auszug aus der Codetabelle der EDV-Anlage Robotron 300

Das Wortmarkenbit

Wir gehen davon aus, daß durch das Aneinanderreihen einzelner verschlüsselter Zeichen eine Folge entstanden ist. Diese Folge kann nun aus Wörtern unserer Sprache, aus Zahlen oder anderen Zeichenzusammensetzungen bestehen.
Durch ein L im Wortmarkenbit wird das Ende einer Zeichenfolge angegeben. Der Rechner erkennt damit, wann eine Zahl oder ein Wort beendet ist. Danach beginnt eine neue Zeichenfolge. Das Wortmarkenbit ist nur für die interne Zeichendarstellung in der Rechenanlage gebräuchlich. Bei Zeichendarstellung auf Magnetband oder Lochkarten muß das Wortende durch ein besonderes Symbol ausgedrückt werden.

LEKTION

11

Das Prüfbit

Mit Hilfe des Prüfbits kann jedes Zeichen kontrolliert gestaltet werden. Dazu wird auf dem Platz p ein L stets derart eingefügt, daß die Summe aller L eines Zeichens – gebildet über die Plätze 1, 2, 4, 8, p, u, v und w – ungeradzahlig ist. Diese Maßnahme führt zu einer erhöhten Sicherheit des Datentransports von der Eingabe über die Verarbeitung innerhalb der Zentraleinheit bis zur Ausgabe. Verändert sich durch einen Anlagenfehler ein Bit im Zeichen – wird aus einer 0 ein L oder aus einem L eine 0 – so wird die Summe der L geradzahlig. Bei Kontrolle dieses Zeichens auf Ungeradzahligkeit der Summe aller L fällt dieses Zeichen auf. Je nach Art des Fehlers wird dieser vom Rechner selbst korrigiert oder angezeigt.

Beispiele

Verschlüsselt werden sollen

- die Ziffer 5,
- der Buchstabe E,
- die Zahl 5126.

Unter Zuhilfenahme der Codetabelle und unter Beachtung der Aufgabe des Prüfbits ergibt sich:

5
0
0
0
L
0
L
0
L

E
0
0
L
0
0
L
0
L

5	1	2	6
L	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	L
0	0	0	0
L	0	0	L
0	0	L	L
L	L	0	0

Um das Ende der Zahl 5126 zu kennzeichnen, wird im Wortmarkenbit der Ziffer 5 ein L gesetzt.
Die Ungeradzahligkeit der Summen aller L eines Zeichens ist leicht nachzuprüfen.
Wir haben bisher die interne Darstellung von Zeichen in der Datenverarbeitungsanlage Robotron 300 beschrieben.
Jetzt betrachten wir die Verschlüsselung der Zeichen auf den Datenträgern Lochband und Lochkarte.
Das Zusammenspiel zwischen Zentraleinheit und den Ein- und Ausgabegeräten erfordert eine gegenseitige Anpassung bei der Codierung.

Der 8-Kanal-Lochband-Code

Beim Robotron 300 wird, entsprechend der Darstellung eines Zeichens mit Hilfe von 8 Bit, ein 8-Kanal-Lochband benutzt. Jedem binären L eines Zeichens, das nach der internen Darstellung verschlüsselt ist, entspricht auf dem Lochband eine Lochung. Der 8-Kanal-Lochband-Code des Robotron 300 für Ziffern und Buchstaben wird in Abbildung 3 wiedergegeben.
Der Einsatz eines 5-Kanal-Lochbandes, das in der Fernschreibtechnik Verwendung findet, ist möglich. Hier wäre jedoch eine Konvertierung (Umschlüsselung) in der Zentraleinheit erforderlich.

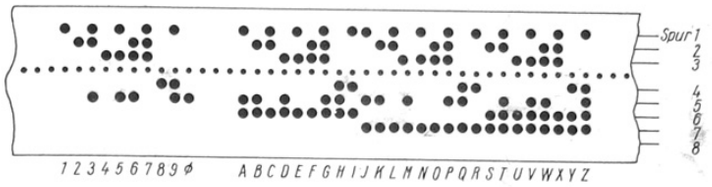


Abbildung 3
Lochbandcode des Robotron 300

Der Lochkartencode

Die Lochkarte wird in elektronischen Anlagen noch für längere Zeit zum Einsatz kommen.
Der Robotron 300 benutzt die 80-spaltige Lochkarte mit 12 Zeilen (Abbildung 4).

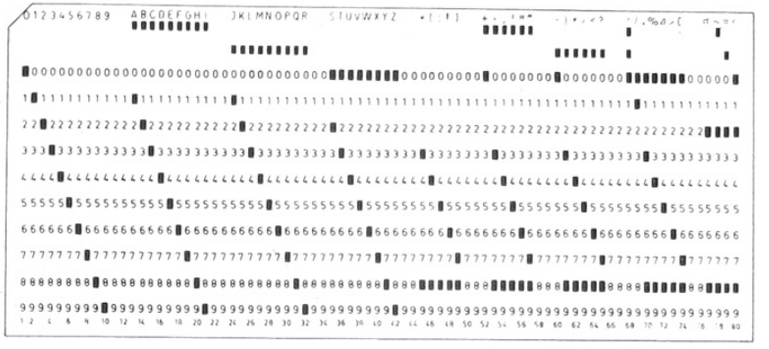


Abbildung 4
Lochkartencode des Robotron 300

10 Zeilen sind durch die aufgedruckten Ziffern 0, 1, . . . , 9 gekennzeichnet.

Unmittelbar über der 0-er Zeile (Zeile mit Kennzeichnung 00. . . 0) befindet sich die 11-er Zeile und darüber die 12-er Zeile. Die abgebildete Lochkarte enthält die Verschlüsselung der 64 Zeichen, die zur Verarbeitung im Robotron 300 in Frage kommen. Dem zu verschlüsselnden Zeichen werden bestimmte Lochungen (rechteckige Ausstanzungen) in einer Spalte zugeordnet. Jede Spalte enthält damit ein Zeichen. Die Verschlüsselung der Zeichen auf Lochkarten ist in der Codetabelle unter der Rubrik "Lochkarte" angegeben.

Beispiele für Verschlüsselungen

Dem Buchstaben E entsprechen in der vorgesehenen Spalte Lochungen in den Zeilen 12 und 5, kurz geschrieben 12-5.
Dem Buchstaben R entsprechen Lochungen in den Zeilen 11 und 9, kurz 11-9.

Das Fragezeichen ? wird durch Lochungen 11-8-7 verschlüsselt.

4. Die Geräte für die Ein- und Ausgabe von Lochkarten

Die 80-spaltige Lochkarte ist im gegenwärtigen Zeitpunkt der überwiegend angewandte maschinell lesbare Datenträger.
Anknüpfend an die herkömmliche Technik, wurde für die Datenverarbeitungsanlage Robotron 300 ein Lochkartenaggregat entwickelt, das die Verbindung zur elektronischen Datenverarbeitung schafft.

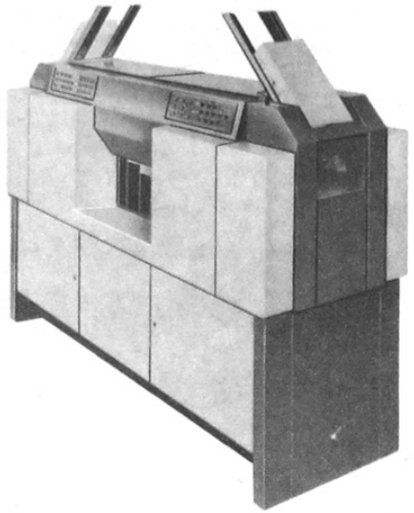


Abbildung 5
Lochkarten-Lese-Stanz-Einheit Typ 429

Die Lochkarten-Lese-Stanz-Einheit

Mit der Lochkarten-Lese-Stanz-Einheit (kurz LSE) Typ 429 wurde ein Gerät geschaffen, das einen flexiblen Einsatz für die Ein- und Ausgabe gewährleistet.
Die Maschine verfügt über 2 gegenläufig arbeitende Transportbahnen, die Lese- und die Stanzbahn, wie sie im Funktionsschema der LSE (Abbildung 6) ersichtlich sind.

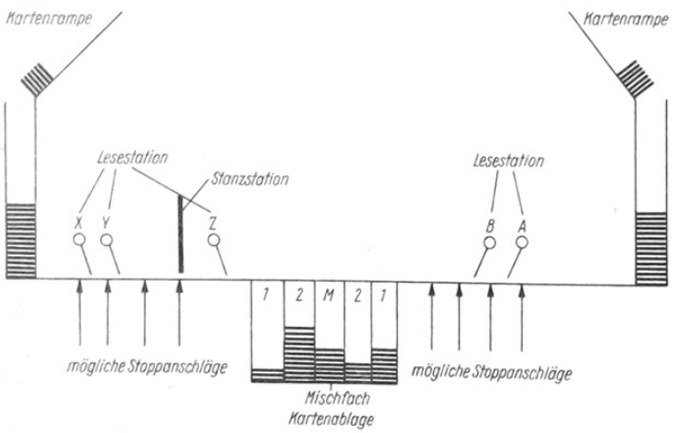


Abbildung 6
Funktionsschema LSE 429

Beide Kartenbahnen werden über getrennte Kartenrampen mit Lochkarten gespeist.
Während auf der Lesebahn nur gelesen werden kann, ist es möglich, auf der Stanzbahn sowohl zu lesen als auch zu stanzen.
Die Verbindung beider Bahnen erfolgt durch die Kartenablage, die in 5 Ablagefächer aufgeteilt ist.
Jede Bahn besitzt 2 Ablagefächer, das Mischfach wird gemeinsam genutzt.
Die Verbindung der LSE zur Zentraleinheit erfolgt über Puffer (Lesepuffer bzw. Stanzpuffer). Während der Zeit der Eingabe oder Ausgabe von Informationen vom externen Gerät zum Pufferspeicher oder vom Pufferspeicher zum externen Gerät kann in der Zentraleinheit die weitere Abarbeitung des Programms erfolgen.

Die Abtastung der Lochkarten erfolgt zeilenweise mittels 80stelliger Bürstensätze. Analog dazu wird auch das Stanzen der Lochkarten zeilenweise ausgeführt.
An Hand des Funktionsschemas wollen wir uns mit den einzelnen Arbeitsabläufen in der Lochkarten-Lese-Stanz-Einheit vertraut machen.

Der Eingabe- oder Lesevorgang

In der Lesestation A werden die Daten der Lochkarte elektromechanisch mittels Bürsten abgetastet und an den Lesepuffer weitergegeben.
Die zweite Abfühlung in der Lesestation B dient der Kontrolle. Im Normalfall werden die Karten dann in das Ablagefach 2 gesteuert. Nahezu analog dazu verläuft der Ausgabe- oder Stanzvorgang.
Zwischen den beiden Lesestationen X und Y und der Stanzstation liegt eine Leerstation, so daß eine ganze Kartenzeit, das sind 0,2 Sekunden, für Rechenoperationen in der Zentraleinheit zur Verfügung steht, bevor die Stanzstation von der Lochkarte passiert wird. So können in einer bereits teilweise gelochten Karte Daten ergänzt werden. Die anschließende Lesestation Z dient der Kontrolle der gestanzten Daten. Normalerweise wird für die Stanzbahn das Mittelfach für die Ablage genutzt.

Der Mischvorgang

Zur Erläuterung der Wirkungsweise der Lochkartenein- und -ausgabe wollen wir uns mit dem Arbeitsablauf des Mischens befassen. Bei diesem Arbeitsgang kommt es zu einer Zusammenarbeit beider Kartenbahnen.
Sollen beispielsweise die Daten einzelner Lochkarten eines Lochkartensatzes korrigiert werden, muß man die betreffende Lochkarte neu stanzen, in den Kartensatz einsortieren und die alte Karte aussortieren.
Dies geschieht in folgender Weise:
Der Kartensatz wird auf der Lesebahn abgetastet und in das Mischfach transportiert. Beim Erkennen einer gesuchten Karte mit Hilfe der Zentraleinheit wird diese gestoppt.
Eine auf "Stop" liegende ungelochte Karte wird der Stanzstation zugeführt, dort mit den nötigen Daten versehen und nach erfolgter Kontrolle im Mischfach abgelegt. In der gleichen Zeit wird auf der Lesebahn die nicht mehr benötigte "alte" Karte einem der Ablagefächer zugeführt.
Auf diese oder ähnliche Weise lassen sich die verschiedensten Lochkartenarbeiten relativ schnell und ohne mehrfachen Durchlauf erledigen.
Immer verknüpft sich aber damit auch die Funktion der Ein- und Ausgabe von Daten mit der Zentraleinheit.
Je Kartenbahn können mindestens 200 Karten in der Minute verarbeitet werden. Gegenüber der herkömmlichen Lochkartentechnik bedeutet dies eine erhebliche Steigerung des Arbeitsablaufes.

5. Die Geräte für die Ein- und Ausgabe von Lochband

Das Lochband gehört wie die Lochkarte zu den maschinell lesbaren Datenträgern. Seine Verwendung ist für viele Anwendungsfälle wirtschaftlicher

als die der Lochkarte. Allerdings ist die Sortierung der Daten ohne Einbeziehung der Zentraleinheit einer Datenverarbeitungsanlage nicht möglich. Demgegenüber besteht keine Begrenzung der Datenlänge oder Datenfolge.

5.1. Der Lochbandleser

Als wesentlichste Funktionsgruppen besitzt der Lochbandleser (Abbildung 7) Einrichtungen für den Lochbandtransport und die Datenabtastung. Der Vorschub des Lochbandes wird mittels elektromagnetischer Kupplung und Bremse gesteuert, so daß es möglich ist, zwischen zwei Zeichen zu starten oder zu stoppen, wodurch eine gesteuerte Abfrage eines oder mehrerer Zeichen erreicht wird.

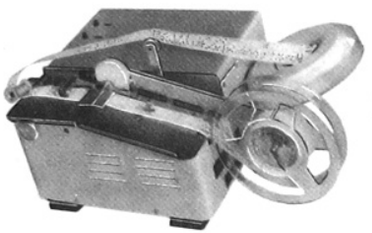


Abbildung 7
Lochbandleser
Typ 472/1

Die Abtastung der Lochbänder kann nach verschiedenen physikalischen Methoden erfolgen. Am häufigsten werden die elektromechanische und die photoelektrische Abtastung genutzt.
Bei der elektromechanischen Abtastung wird durch die Löcher eines Lochbandes hindurch mittels spezieller Kontaktvorrichtungen ein Stromkreis geschlossen. Es entsteht ein Stromfluß. Diesem Stromfluß ist der logische Zustand "L" zugeordnet. Über nachgeschaltete elektronische Elemente wird diese Information dann an die Zentraleinheit weitergeleitet. Die elektromechanische Abtastung mit Bürsten läßt nur Lesegeschwindigkeiten kleiner als 100 Zeichen/s zu. Sie wird daher bei der Datenverarbeitungsanlage Robotron 300 nicht angewendet.
Die fotoelektrische Abtastung nutzt die Lichtempfindlichkeit einer Photodiode aus. Sie ist mit der Selenzelle aus einem fotoelektrischen Belichtungsmesser vergleichbar. Beim Lesen des Datenträgers trifft durch das gestanzte Loch ein Lichtstrahl auf die Fotodiode, die dadurch ihre elektrische Leitfähigkeit verändert und somit einen Stromfluß fördert. Diesem Stromfluß ist der logische Zustand "L" zugeordnet. Die Informationsübermittlung zur Zentraleinheit erfolgt wie bei der elektromechanischen Abtastung. Da bei der fotoelektrischen Abtastung keine mechanischen Elemente für die Kontaktgabe zu bewegen sind, läßt dieses Verfahren höhere Abtastgeschwindigkeiten zu.
Beim Robotron 300 finden zwei verschiedene Ausführungen mit fotoelektrischer Abtastung Verwendung. Ein verhältnismäßig langsamer Lochbandleser auf dem Maschinentisch der Anlage mit einer Leistung von 300 Zeichen/s. Er dient im wesentlichen programmtechnischen Belangen.
Das andere Gerät erkennt 1000 Zeichen/s. Dieser schnelle Lochbandleser wird in Verbindung mit einem Pufferspeicher genutzt. Für die Fälle, in denen große Mengen von Daten über Lochbänder eingegeben werden müssen

und durch das Einlegen der Bänder relativ hohe Wartezeiten für die Zentraleinheit entstehen, ist der Anschluß eines zweiten Lochbandlesers zum wechselseitigen Betrieb möglich.

5.2. Der Lochbandstanzer

Der Lochbandstanzer (Abbildung 8) wird zur Ausgabe der Daten auf Lochbändern eingesetzt. Die Löcher eines Zeichens und die Transportspur werden gleichzeitig, parallel, eingestanzt, wobei das Lochband kurz gestoppt wird. Zum Lochen wird eine Kraft von etwa 1,3 kp benötigt. Aus diesem Grunde nutzt man einen kontinuierlichen Stempelantrieb und sorgt durch eine elektromagnetisch wirkende Vorrichtung für die richtige Auswahl der einzelnen Stempel des zu stanzenden Zeichens. Der gesamte Stanzvorgang unterliegt jedoch einer gewissen Trägheit, wodurch bei Lochbandstanzern nur Geschwindigkeiten bis etwa 100 Zeichen/s erreicht werden. Es ist daher allgemein nicht üblich, größere Mengen von Daten auf Lochbändern auszugeben. Eine Ausgabe von Daten auf Lochbändern mit der EDVA kommt in der Hauptsache für programmtechnische Zwecke und für kurze Datenausgaben in Betracht. Die Lochbandtechnik dient im wesentlichen der Dateneingabe in die Zentraleinheit.

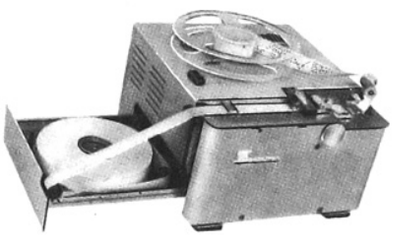


Abbildung 8
Lochbandstanzer
Typ 470

6. Die weitere Entwicklung von Dateneingabegeräten

Wir wollen hier noch einige Bemerkungen zur Entwicklung von Dateneingabegeräten anschließen, deren Einsatz in unserer Volkswirtschaft in Zukunft große Bedeutung haben wird.
Eine immer wiederkehrende Forderung der Datenverarbeitung basiert auf dem Wunsch, die Belege visuell und auch maschinell lesen zu können.
Die Umsetzung von Urbelegen in maschinenlesbare Datenträger ist zeitlich aufwendig und zum Teil unrationell. Deshalb laufen seit Jahren Entwicklungen, um Maschinen für Zeichenerkennung und Umsetzung der Zeichen in einen Maschinencode zu konstruieren.
Die Entwicklung der automatischen Schriftzeichenerkennung nahm ihren Verlauf über Markierungsleser, Magnetschriftleser zum Klarschriftleser. International wird bereits am maschinellen Erkennen von Handschriften gearbeitet.
Das automatische Erkennen von Schriftzeichen beruht auf der Auswertung wahrgenommener Kontraste, welche in Impulse umgewandelt und anschließend digital ausgewertet werden.

Der Markierungsleser spricht auf eingetragene Markierungen an. Hierbei wird nicht die Form, sondern die Position – die Platzzuordnung der Markierung auf dem Beleg – ausgewertet.
Mit dem Magnetschriftleser wird die Form der mit ferrithaltiger Druckfarbe gedruckten stilisierten Symbole – Ziffern und Buchstaben – erkannt und verarbeitet. Es wird hierbei der magnetische Effekt genutzt.

Damit können Belege, die eine Magnetschriftinformation enthalten, sowohl visuell als auch vom Automaten gelesen werden.
Beim Klarschriftleser wird der Farbunterschied zwischen dem gedruckten Symbol und dem Papier fotoelektrisch ausgewertet. Auch hier wird eine stilisierte Schriftform benutzt, um die Eindeutigkeit der Daten zu garantieren.
Im wesentlichen findet die automatische Schriftzeichenerkennung dort Anwendung, wo eine große Anzahl gleichgearteter Belege in relativ kurzer Zeit bearbeitet werden muß. Als markantes Beispiel gilt hierfür das Bankwesen mit seiner Scheckbearbeitung.
Heute übliche Geräteleistungen liegen bei 20 000 bis 100 000 Belegen in der Stunde.
Auch die phonetische Dateneingabe wird an Bedeutung gewinnen, sobald das technische Instrumentarium einen ökonomischen Einsatz gestattet. Diese Technik erlaubt es, das menschliche Wort unmittelbar durch die Maschine zu nutzen. Ein wesentlicher Vorteil einer derartigen Informations- bzw. Datenübertragung liegt in der Ausschaltung der heute üblichen Datenträger und damit in der Zeiteinsparung begründet.

Die Geräte zur Ein- und Ausgabe von Daten (II)

1. Einleitung
2. Der Schnelldrucker
3. Die Geräte zur Datenübertragung
4. Die Puffer
4.1. Die Aufgabe der Puffer
4.2. Die Datenein- und -ausgabe über Pufferspeicher
4.3. Die Aufgabe der Lochkartenein- und -ausgabepuffer
5. Der Coordinatograph
6. Die weitere Entwicklung von Datenausgabegeräten

1. Einleitung

In Lektion 11 haben wir uns mit Geräten zur Ein- und Ausgabe von Daten befaßt. Wir lernten die Lochkarten-Lese-Stanz-Einheit, den Lochbandleser, den Lochbandstanzer sowie einige Geräte für das Lesen von Urbelegen kennen.
In dieser Lektion behandeln wir den Schnelldrucker und die Geräte zur Datenübertragung.
Vergegenwärtigen Sie sich die Stellung der einzelnen Geräte im Datenverarbeitungsprozeß nochmals an Hand des Blockschaltbildes der EDV-Anlage Robotron 300 in Lektion 11.
Am Schluß dieser Lektion gehen wir auf ein wichtiges Ergänzungsgerät der elektronischen Datenverarbeitungsanlage ein, den Coordinatographen.

LEKTION

12

2. Der Schnelldrucker

In unserem Leben, auch im Wirtschaftsleben, spielt das gedruckte Wort, spielen gedruckte Daten eine bedeutende Rolle. Planungs-, Produktions- und Abrechnungsunterlagen zur Leitung des Reproduktionsprozesses sind zum Beispiel ein Teil dieser gedruckten Daten.
Wenn wir die Daten automatisch verarbeiten, ist es verständlich, daß wir auch die Ergebnisse automatisch und lesbar ausdrucken wollen.
Dem Typendruck, der uns die bekannten Schriftzeichen und Ziffern liefert, kommt in der elektronischen Datenverarbeitung besondere Bedeutung zu. Er hat den Vorrang unter den heute üblichen Druckermodellen, die als spezielle Ausgabegeräte elektronischer Datenverarbeitungsanlagen eingesetzt werden. Im Laufe der Entwicklung wurde die Druckgeschwindigkeit gesteigert, um mit den ständig wachsenden Rechengeschwindigkeiten Schritt zu halten, wenn auch mit erheblichem Abstand.
Es entstanden vielfältige technische Ausführungsformen dieser Ausgabegeräte. Man unterscheidet zwischen Räder-, Stangen-, Ketten- und Trommeldruckern in der Familie der Typendrucker. Ihre Bezeichnungen basieren auf der Form der Bereitstellung der zu druckenden Typen.
Am Druckprinzip eines Trommeldruckers wollen wir uns allgemein mit dieser Technik vertraut machen.
Die Typen, Ziffern, Buchstaben, Symbole, sind auf einem zylindrischen Körper – einer Trommel – erhaben aufgebracht. Die Breite dieser Trommel entspricht der gewünschten Druckbreite des Gerätes. Auf dem Umfang der Trommel sind jeweils die gesamten zu druckenden Zeichen aufgetragen.

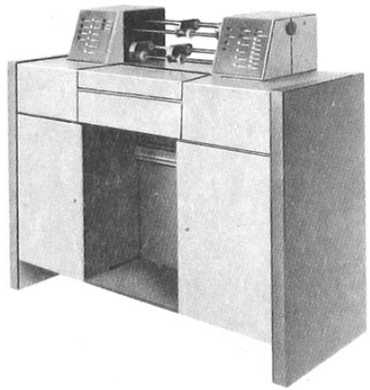


Abbildung 1
Schnelldrucker
Typ PD 475

Der Schnelldrucker des Robotron 300

Der Schnelldrucker des Robotron 300 ermöglicht es, die von der EDV-Anlage errechneten Resultate in übersichtlicher Form auf Endlosformularen auszugeben. Das geschieht in visuell-lesbaren alphanumerischen Zeichen. Der Schnelldrucker arbeitet mit einer Druckgeschwindigkeit von 360 Zeilen in der Minute. Er ist ein Trommeldrucker und hat eine Zeilenbreite von 156 Druckstellen, wobei die Typen einen Abstand von 2,6 mm haben. Das ist in Richtung der Trommelachse zu verstehen.

Auf dem Umfang sind 57 verschiedene Zeichen aufgebracht (vgl. Abbildung 2).

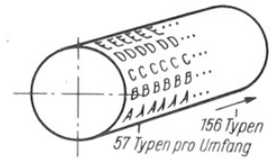


Abbildung 2
Drucktypentrommel

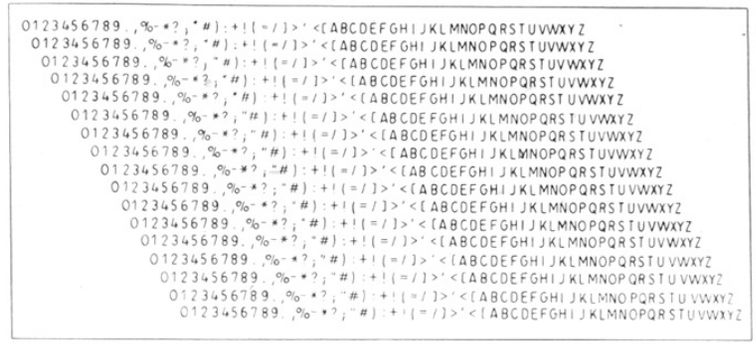


Abbildung 3
Mögliche Zeichen des Schnelldruckers

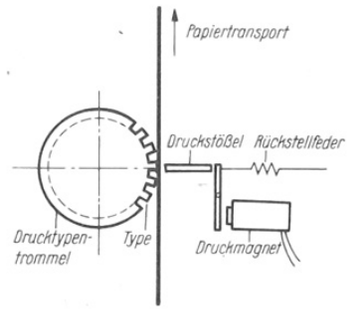


Abbildung 4
Schnelldrucker
im Querschnitt

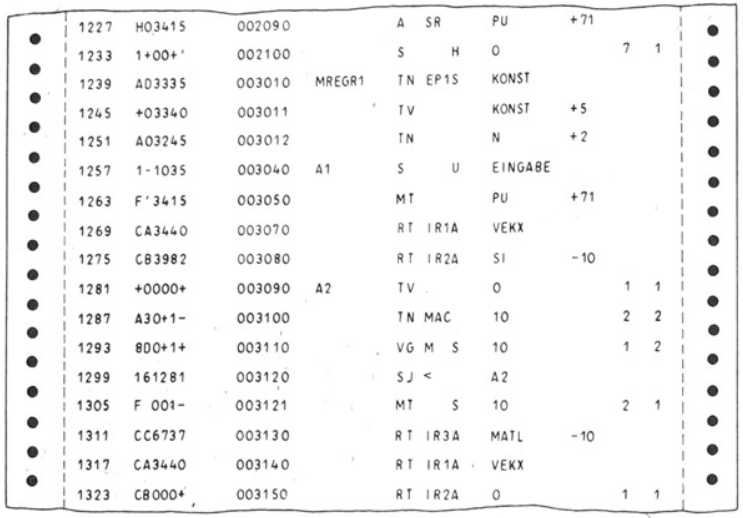
Der Druckvorgang

Abbildung 4 zeigt im Querschnitt den Schnelldrucker mit der Drucktypentrommel, den Drucktypen, der Papiertransportbahn, dem Druckstößel, der Rückstellfeder und dem Druckmagneten.
Die Trommel wird mit konstanter Geschwindigkeit durch einen Elektromotor angetrieben. Eine der Trommel zugeordnete Entschlüsselerschaltung erkennt das Zeichen, das im jeweiligen Moment dem Druckstößel gegenübersteht. Es findet ein elektronischer Vergleich mit dem im Puffer zum Druck vorgesehenen Zeichen statt. Stimmen die Zeichen überein, erhält der Druckmagnet einen Stromimpuls. Durch Anziehen des Hebels läßt der Druckmagnet den Druckstößel kurzzeitig auf das Papier schlagen. Hierbei wird die mit Druckerschwärze eingefärbte Type auf dem Papier abgebildet. Jedem Zeichen in der Zeile ist ein Druckmagnet zugeordnet.
156 Druckstellen entsprechen 156 Druckmagneten des Schnelldruckers. Gleiche Zeichen einer zu druckenden Zeile werden gleichzeitig, parallel, auf dem Papier abgedruckt. Eine Zeile ist also erst dann fertig, wenn sämtliche Typen der zu druckenden Zeile abgedruckt sind. Das ist der Fall, wenn die Drucktrommel einen vollständigen Umlauf ausgeführt hat.
Mit dieser Technik erreicht man eine Druckgeschwindigkeit von 360 Zeilen in der Minute.

Der Schnelldrucker gestattet, ein- oder zweibahnig, unabhängig voneinander, zu arbeiten. Dadurch ist es möglich, die Datenausgabe für mehrere in der EDV-Anlage simultan verarbeitete Programme auszudrucken, so daß wertvolle Ausgabezeit des Rechners eingespart wird.

Der Papiertransport

Für den Papiertransport im Schnelldrucker bestehen verschiedene Möglichkeiten. Das Transportintervall – wahlweiser Transport um 1, 2 oder 3 Zeilen – kann vom Rechner bzw. der Steuerelektronik vorgegeben werden. Der Papiertransport kann auch durch eine feste Programmfolge mittels Lochband gesteuert werden. Hierbei wird nur der Start und Stop dieser Lochband gesteuert werden. Hierbei wird nur der Start und Stop dieser Lochband gesteuert. Beim Umstellen der Transportfolge durch die Steuerelektronik ausgelöst. Beim Umstellen der Transportmeterrolle wird das Lochband ausgewechselt.
Um ein gutes Druckbild zu erreichen, das mit ausschlaggebend für die Formulargestaltung ist, findet randgelochtes Papier Verwendung. Derartiges Papier steht in Faltstapeln zur Verfügung. Der Transport des Papiers im Gerät erfolgt mittels Stifteketten, so daß konstante Zeilenabstände garantiert sind.



```
1227  H03415  002090          A   SR      PU      +71
1233  1+00+'  002100          S     H     O               7  1
1239  A03335  003010  MREGR1  TN  EP1S    KONST
1245  +03340  003011          TV          KONST   +5
1251  A03245  003012          TN          N       +2
1257  1-1035  003040  A1      S     U     EINGABE
1263  F'3415  003050          MT          PU      +71
1269  CA3440  003070          RT  IR1A    VEKX
1275  CB3982  003080          RT  IR2A    SI      -10
1281  +0000+  003090  A2      TV          O               1  1
1287  A30+1-  003100          TN  MAC     10              2  2
1293  8D0+1+  003110          VG  M  S    10              1  2
1299  161281  003120          SJ  <       A2
1305  F 001-  003121          MT    S     10              2  1
1311  CC6737  003130          RT  IR3A    MATL    -10
1317  CA3440  003140          RT  IR1A    VEKX
1323  CB000+  003150          RT  IR2A    O               1  1
```

Abbildung 5
Alphanumerische Ausgabe auf einem Endlosformular durch den Schnelldrucker

Das Druckwerk ist mit zwei Papierfördereinrichtungen ausgerüstet, so daß beide Papierbahnen parallel oder überlappt bedruckt werden können. Das Papierende und auch ein eventueller Papierriß führen zum Aufleuchten von Kontrollampen und gleichzeitig zum automatischen Stoppen des Druckers, so daß ein Nachfolgeschaden vermieden wird.

Der Druck

Zum Drucken werden die Typen durch ein Walzensystem mit Farbstoff gleichmäßig eingefärbt. Durch Andruckänderungen in diesem Walzensystem kann die Farbintensität eingestellt werden.
Oft werden neben dem Originalbeleg Duplikate benötigt.
Auch diese Forderung wird vom Paralleldruckwerk des Schnelldruckers realisiert. Normalerweise können ein Original und zwei Durchschläge gefertigt werden. In Abhängigkeit von der Qualität des Durchschlag- und

Kohlepapiers läßt sich die Anzahl der Durchschläge begrenzt erhöhen. Neben unbedrucktem kann auch Papier mit Formularköpfen und Spalteneinteilungen verwendet werden.
Planungsarbeiten, Netzplanberechnungen, Abrechnungsanalysen, Optimierungsaufgaben sind Beispiele, bei denen die gedruckte Ausgabe der Daten notwendig ist, um dem Leiter für seine Entscheidungen visuell-lesbare Unterlagen zur Verfügung zu stellen.

3. Die Geräte zur Datenübertragung

Wie aus dem Blockschaltbild der Datenverarbeitungsanlage Robotron 300 (vgl. Lektion 11) ersichtlich ist, gehört die Datenübertragungseinheit zu den Ein- und Ausgabegeräten. Diese Geräte können direkt an einen Ein- bzw. Ausgabekanal der Zentraleinheit angeschlossen werden. Sie werden aber auch als getrennte Geräte für die Übertragung Lochband - Lochband eingesetzt.

Unter dem Begriff Datenübertragung verstehen wir die Übertragung von codierten Zeichen über Leitungssysteme.

Hierbei ist die Entfernung nahezu beliebig. So können Datenübertragungen sowohl innerhalb einer Stadt als auch zwischen Organisations- und Rechenzentren verschiedener Bezirke stattfinden.

Abbildung 6
Datenübertragungsgerät DFE 550

Die einfachsten und natürlichsten Parallelen hierzu bilden die Fernsprech- und Fernschreibnetze der Deutschen Post und deren Anschlußgeräte. Die Leitungsnetze der Deutschen Post werden auch für die Datenübertragung genutzt, allerdings sind zusätzliche technische Ergänzungen notwendig.
Daten, die in einer elektronischen Datenverarbeitungsanlage verarbeitet werden sollen, oder Daten, die bereits als Ergebnis vorliegen, können auf diese relativ einfache, sehr zeitsparende Art über größere Entfernungen übermittelt werden.
Hierdurch wird zum Teil das nochmalige Erarbeiten von Datenträgern – Lochband, Lochkarte, Magnetband – und vor allem ein aufwendiger Transport mittels Auto, Bahn oder Flugzeug eingespart.

Die direkte Datenübertragung

Die technisch optimalste Lösung stellt die direkte Verknüpfung von Datenverarbeitungsanlagen ohne Zwischenschaltung von Datenträgern dar, wobei sich die Zentraleinheiten ihre errechneten Werte wechselseitig zur Verfügung stellen.
Grundsätzlich müssen an beiden Enden einer Übertragungsstrecke Datenübertragungsgeräte angeschlossen werden. Jede Anschlußeinheit verfügt über eine Wähleinrichtung, wie sie in der Fernsprechtechnik üblich ist. Manuell wird die Gegenstelle angewählt. Kommt die Verbindung zustande, so schaltet der Bediener auf die EDV-Anlage um, und die Datenübertragung kann beginnen. Die mögliche Übertragungsgeschwindigkeit ist durch das zur Verfügung stehende Leitungsnetz auf 75 bzw. 150 Zeichen/s begrenzt. Verglichen mit der möglichen Verarbeitungsgeschwindigkeit der Zentraleinheit des Robotron 300 von 100 000 Zeichen/s ist das sehr gering. Zwischen die Datenübertragungseinheit und die EDV-Anlage ist deshalb ein Pufferspeicher geschaltet, der zugleich für die Korrektur von Übertragungsfehlern genutzt wird.
Mittels einer Kodiereinrichtung eines festverdrahteten Programms werden den jeweils gespeicherten 480 bzw. 640 Informationsbits, die auch als Datenblock bezeichnet werden, mit Hilfe eines zyklischen Codes 20 Kontrollbits zugeführt. Auf Grund dieser Codierung ist es möglich, die übertragenen Daten beim Empfang als richtig oder falsch zu erkennen. Werden Übertragungsfehler festgestellt, so erhält die Sendeseite ein Wiederholsignal und der gleiche Datenblock wird nochmals übertragen. Durch diese Maßnahme, man nennt sie Blocksicherungsverfahren, wird eine hohe Sicherheit der Datenübertragung erreicht.
In Verbindung mit der Speicherung und der Codierung erfolgt zugleich eine Parallel-Serien-Wandlung der Daten, um sie für Serienübertragung auf den Übertragungsleitungen aufzubereiten. In der Empfangsstelle findet dieser Vorgang in umgekehrter Weise statt, das heißt, die Serien-Wandlung der Daten wird aufbereitet, die Kontrollbits werden herausgelöst.
Der direkte Anschluß der Datenübertragungseinheit an die Zentraleinheit bindet einen Eingabe- und einen Ausgabekanal, wodurch der Anschluß anderer Ein- und Ausgabegeräte an die EDV-Anlage eingeschränkt wird. Aus diesem Grunde wird die Datenübertragung häufig losgelöst von der Zentraleinheit eingesetzt.

Die indirekte Datenübertragung

Bei der indirekten Datenübertragung wird die Bindung zur Zentraleinheit durch zwischengeschaltete Datenträger erzielt. Die in Verbindung mit dem Robotron 300 entwickelte Datenübertragungseinheit DFE 550 gestattet sowohl die direkte als auch die indirekte Datenverarbeitung.
Beim indirekten Betrieb findet der Datenträger Lochband Anwendung. Spezielle Probleme der Datenübertragungstechnik werden in einer der folgenden Lektionen ausführlich behandelt.

4. Die Puffer

LEKTION 12

4.1. Die Aufgabe der Puffer

Bei Behandlung der Struktur von Datenverarbeitungsanlagen in Lektion 8 tauchte zum ersten Male der Begriff des Pufferspeichers auf. Dem Blockschaltbild der EDV-Anlage Robotron 300 ist zu entnehmen, daß Puffer Kopplungsglieder zwischen der Zentraleinheit und den Aus- und Eingabegeräten darstellen.
Uns ist bekannt, daß die Verarbeitung der Daten in der Zentraleinheit der EDV-Anlage Robotron 300 mit einer Geschwindigkeit von maximal 100 000 Zeichen/s erfolgt, soweit es sich um rein elektronische Vorgänge handelt.

Der Lochbandtransport gestattet, etwa 1000 Zeichen/s abzutasten. Der Lochkartentransport ermöglicht, 5 Lochkarten/s zu lesen.
Außerdem müssen wir berücksichtigen, daß die Geräte der 1. Peripherie von der Zentraleinheit gesteuert werden. Sie arbeiten zwar nach einem Startkommando innerhalb kürzester Zeit mit voller Geschwindigkeit, brauchen jedoch für diesen Anlauf eine gewisse Zeitspanne. Ein Schnelldrucker mit Druckstößel und Druckmagnet erreicht jedoch nur 936 Zeichen/s.
Um die Zentraleinheit mit der vollen Geschwindigkeit nutzen zu können und sie nicht durch Ein- und Ausgabeoperationen unnötig lange zu blockieren, werden die Daten im Pufferspeicher zwischengespeichert.

Pufferspeicher (kurz Puffer genannt) dienen dazu, die unterschiedlichen Arbeitsgeschwindigkeiten zwischen der Zentraleinheit und den Ein- und Ausgabegeräten auszugleichen.

4.2. Die Datenein- und -ausgabe über Pufferspeicher

Wir nehmen an, daß von einem Eingabegerät, zum Beispiel einem Lochbandleser, eine große Datenmenge in die Zentraleinheit einzugeben ist. Zwischen Lochbandleser und Zentraleinheit befindet sich ein Pufferspeicher als Kopplungsglied. Der Speicher des Lochbandpuffers besteht wie der der anderen Pufferspeicher aus 2 Blöcken zu je 80 Speicherplätzen. Die Speicherplätze sind in der Abbildung 7 durch kleine Kreise angedeutet. Die Lesegeschwindigkeit des Lochbandlesers betrage 1000 Zeichen/s, mit dieser Geschwindigkeit werden die gelesenen Daten in den Pufferspeicher übertragen. Die Übertragung der Daten vom Pufferspeicher zur Zentraleinheit erfolgt jedoch mit 100 000 Zeichen/s.
Der Pufferspeicher sei bei Beginn der Dateneingabe "leer". Zunächst füllt der Lochbandleser den Pufferspeicher mit der Geschwindigkeit von 1000

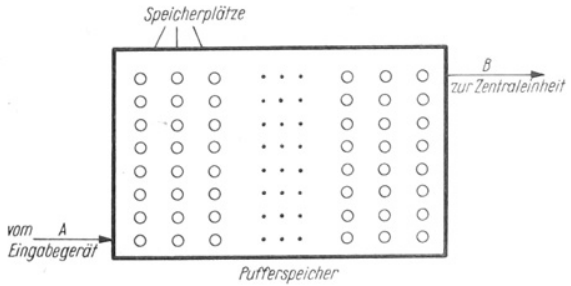


Abbildung 7
Dateneingabe über Pufferspeicher

Zeichen/s über A, ohne daß ein Abruf der Daten aus dem Pufferspeicher an die Zentraleinheit erfolgt. Erst wenn die Kapazität des Speichers erschöpft ist, der Pufferspeicher also gefüllt ist, werden die Daten über B mit einer Geschwindigkeit von 100 000 Zeichen/s abgerufen. Der Pufferspeicher wird somit geleert. Nach vollständiger Leerung des Puffers beginnt der Vorgang von neuem. Zunächst wird der Pufferspeicher durch den Lochbandleser wieder gefüllt. anschließend werden die Daten vom Puffer in die Zentraleinheit transportiert, bis das Eingabegerät keine Daten mehr liefert.
Die Zeitdauer der erneuten Füllung des Puffers wird vom Rechenwerk für Rechenoperationen, Ausgabeoperationen, Prüf- und Kontrollzwecke genutzt. Der Rechner wird also durch die mechanischen Bewegungsvorgänge der Eingabegeräte nicht blockiert.
Analog verläuft die Datenausgabe von der Zentraleinheit über Ausgabepuffer und Datenausgabegerät. In diesem Falle werden zuerst die Daten mit großer Geschwindigkeit von der Zentraleinheit in die Puffer transportiert.
Nach Füllung des Puffers folgt die Phase der Entleerung mit der dem Ausgabegerät eigenen Geschwindigkeit.
Nicht jedes Ein- und Ausgabegerät hat einen eigenen Puffer. So haben Lochbandleser und Lochbandstanzer einen gemeinsamen Puffer, der umschaltbar ist. Die Lochkarten-Lese-Stanz-Einheit arbeitet mit 2 Pufferspeichern für den Lesevorgang und einem Pufferspeicher für den Stanzer. Jede Datenübertragungseinheit arbeitet mit einem Puffer, der Bestandteil dieser Einheit ist.

4.3. Die Aufgabe der Lochkartenein- und -ausgabepuffer

Die Puffer haben über die Zwischenspeicherung von Daten bei der Ein- und Ausgabe hinaus weitere Aufgaben zu erfüllen. Als Beispiele dafür führen wir die Funktionen der Lochkarteneingabepuffer und des Lochkartenausgabepuffers an.

Die Lochkarteneingabepuffer
- nehmen die mit einer relativ geringen Frequenz vom Eingabegerät abgefühlten Informationen auf,
- setzen sie in den internen Maschinencode des Robotron 300 um,
- geben die Daten zu einem geeigneten Zeitpunkt mit hoher Frequenz (Rechnergeschwindigkeit) an die Zentraleinheit ab und
- führen Steuerfunktionen für den Kartenlauf aus.

Der Lochkartenausgabepuffer
- übernimmt die von der Zentraleinheit mit hoher Geschwindigkeit ausgegebenen Daten,
- wandelt sie in den Lochkartencode um,
- gibt die Daten mit geringer Geschwindigkeit an das Ausgabegerät ab und
- führt Steuerfunktionen für den Kartenlauf aus.

5. Der Coordinatograph

Der Coordinatograph, ein wichtiges Ergänzungsgerät der elektronischen Datenverarbeitungsanlage Robotron 300 automatisiert die bisher dem Menschen vorbehaltene Zeichenarbeit. Obwohl es sich oftmals um Routinearbeiten handelt, bindet diese manuelle Tätigkeit viele Fachkräfte. Der Coordinatograph gestattet es, die Zeichengeschwindigkeit zu erhöhen, gleichmäßiger und genauer zu arbeiten und den möglichen Fehleranteil stark zu reduzieren.
Die grafische Darstellung findet Anwendung im Ingenieurvermessungswesen, in der Baustatik, in der Ballistik und in allen Bereichen der Technik. Ein weiteres Betätigungsfeld hat der Coordinatograph auf dem sich ständig weiterentwickelnden Gebiet der automatischen Konstruktion.

Die mit Hilfe der elektronischen Datenverarbeitungsanlage ermittelten Daten werden durch den Coordinatographen direkt in grafische Darstellungen überführt.

Der Coordinatograph "Cartimat"

Auf Grund seiner relativ niedrigen Arbeitsgeschwindigkeit – die Zeichengeschwindigkeit beträgt etwa 10 Punkte/min bei einem mittleren Punktabstand von 60 mm – wird der Coordinatograph nicht in direkter Verbindung zur Zentraleinheit betrieben. Die grafisch zu gestaltenden Daten werden auf Lochbändern oder Lochkarten aus der elektronischen Datenverarbeitungsanlage ausgegeben. In dieser zwischengespeicherten Form stehen sie dem Coordinatographen zur Abarbeitung zur Verfügung. Der Zeichentisch besitzt eine eigene Lochband- und Lochkarten-Eingabe-Einheit und ist somit unabhängig von den Ein- und Ausgabeeinheiten der Datenverarbeitungsanlage.
Die Eingabeeinheit des Coordinatographen übernimmt die auf Datenträgern gespeicherten Daten. Der Coordinatograph wandelt die Daten um und steuert mit den Werten die Bewegungsrichtungen des Zeichenkopfes. Bei einer Zeichengenauigkeit von $\pm$ 0,05 mm kann ein Zeichenformat von 900 x 1200 mm bearbeitet werden. Die Steuerfunktionen zwischen Eingabeeinheit und Coordinatograph verlaufen automatisch, so daß keine zusätzliche manuelle Tätigkeit erforderlich ist.
Auch die Umkehr dieser grafischen Darstellung, des Zeichenvorganges, ist von technischem Interesse. Liegt zum Beispiel nur der Kurvenverlauf einer mathematischen Funktion vor, ist es mit Hilfe des Coordinatographen möglich, die Werte dieser Kurve aufzunehmen, indem der Zeichenkopf von Hand aus Punkt für Punkt auf dieser Kurve entlang geführt wird. Die zu den einzelnen Punkten gehörenden Werte werden automatisch vom Coordinatographen ermittelt und zugleich in codierte Daten umgewandelt. Sie werden über

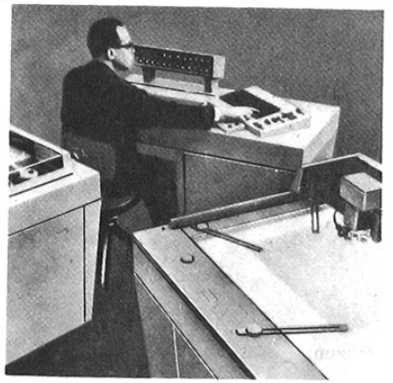


Abbildung 8
Coordinatograph "Cartimat" des VEB Carl Zeiss Jena

einen Lochbandstanzer oder eine Schreibmaschine ausgegeben, womit sie im ersten Fall für die Weiterverarbeitung in der Datenverarbeitungsanlage zur Verfügung stehen.

6. Die weitere Entwicklung von Datenausgabegeräten

Die Entwicklung und Vervollkommnung der elektronischen Datenverarbeitungsanlagen erhöht nicht nur die Arbeitsgeschwindigkeit, sondern verbessert auch die Datenausgabe in vielfältiger Weise. Kurz genannt seien hier noch

- die Lichtanzeigegeräte oder Bildschirmeinheiten, von denen, ähnlich wie auf einer Fernsehröhre, die Zeichen abgelesen werden können,
- das Filmaufzeichnungsgerät, das die Zeichen auf einen Filmstreifen kopiert und
- das Sprachausgabegerät, das eine phonetische Wiedergabe ermöglicht.

Die externen Speicher

1. Einleitung

2. Die Magnetbandspeicher

2.1. Zentraleinheit und Magnetbandspeicher
2.2.1. Die Technik des Magnetisierens
2.2.2. Die Darstellung von Zeichen auf dem Magnetband
2.2.3. Der Schreib- und Lesevorgang
2.3. Das Magnetbandsteuergerät

3. Die Zusatzspeicher

3.1. Zentraleinheit und Zusatzspeicher
3.2. Der Ferritkernzusatzspeicher
3.3. Der Magnettrommelspeicher

1. Einleitung

In Lektion 3 wurde bereits darauf hingewiesen, daß für die massenweise Verarbeitung und Speicherung von Daten in elektronischen Datenverarbeitungsanlagen von der technischen Seite her zwei wesentliche Forderungen zu erfüllen waren

- die Speicherkapazität mußte beträchtlich erweitert werden,
- der Zeitaufwand für die Ein- und Ausgabe von Daten mußte verbessert werden.

Wir wissen, daß der Hauptspeicher des Robotron 300 eine Kapazität von 40 000 Zeichen hat. Obwohl diese Speicherkapazität recht groß erscheint, reicht sie für viele Anwendungsfälle nicht aus. Die Lösung von Aufgaben mit einem großen Datenanfall ist in der elektronischen Datenverarbeitung keine Ausnahme, sondern die Regel. Die Planung, Leitung, Kontrolle und Abrechnung ökonomischer Prozesse, die Bankkontenführung sind markante Beispiele dafür.
Man benötigt sehr oft eine Erweiterung der Hauptspeicherkapazität auf das Zehn-, Hundert- oder Tausendfache. Diese Kapazitätserweiterung wird

durch die externen Speichergeräte realisiert. Sie können ebenso wie der Hauptspeicher Daten aufnehmen, über längere Zeit aufbewahren und bei Bedarf wieder abgeben. Jedoch ist die Kopplung zum Rechenwerk nicht so eng wie beim Hauptspeicher, der zur Zentraleinheit der elektronischen Datenverarbeitungsanlage gehört.
In dieser Lektion betrachten wir die externen Speicher des Robotron 300:

- Magnetbandspeicher,
- Ferritkernzusatzspeicher und
- Magnettrommelspeicher.

2. Die Magnetbandspeicher

2.1. Zentraleinheit und Magnetbandspeicher

An der Zentraleinheit des Robotron 300 ist ein fester Ein- und Ausgabekanal für den Anschluß eines Magnetbandsteuergerätes vorhanden. An dieses Steuergerät können maximal 8 Magnetbandspeicher angeschlossen werden. Von diesen 8 Magnetbandspeichern sind während eines Programmablaufes sechs Geräte ansteuerbar.
Die Datenübertragung zur Zentraleinheit erfolgt ungepuffert. Hauptaufgabe der Magnetbandspeicher ist die Aufzeichnung, Speicherung und Wiedergabe großer Datenmengen, die in verschlüsselter Form vom Hauptspeicher über das Magnetbandsteuergerät auf das Magnetband und umgekehrt übertragen werden.

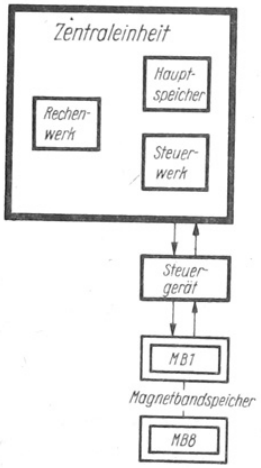


Abbildung 1
Blockschema Zentraleinheit und Magnetbandspeicher

Die Vorteile der Anwendung der Magnetbandspeicher liegen nicht nur in ihrer hohen Arbeitsgeschwindigkeit und Flexibilität, sondern auch in ihrem faktisch unbegrenzten Speichervermögen und den Sortiermöglichkeiten gegenüber der Lochkarte und dem Lochband.

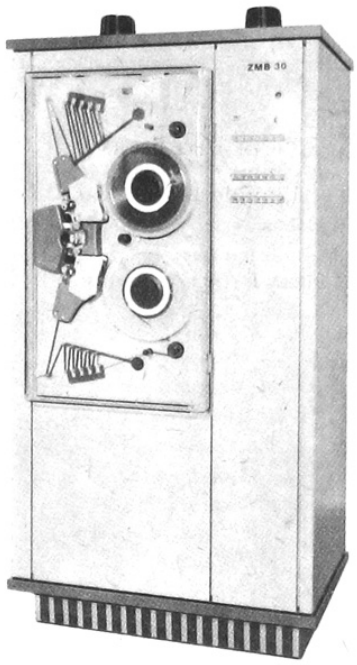


Abbildung 2
Magnetbandspeicher des Robotron 300

2.2. Die Arbeitsweise der Magnetbandspeicher

2.2.1. Die Technik des Magnetisierens

Die Magnetbandspeicher benötigen ähnlich den Tonbandgeräten als Speichermedium Kunststoffbänder, die mit einer ferromagnetischen Schicht von etwa 1/100 mm Stärke belegt sind. Die Breite der Kunststoffbänder für die Magnetbandspeicher des Robotron 300 beträgt 12,7 mm $\hat{=} \frac{1}{2}$ Zoll.

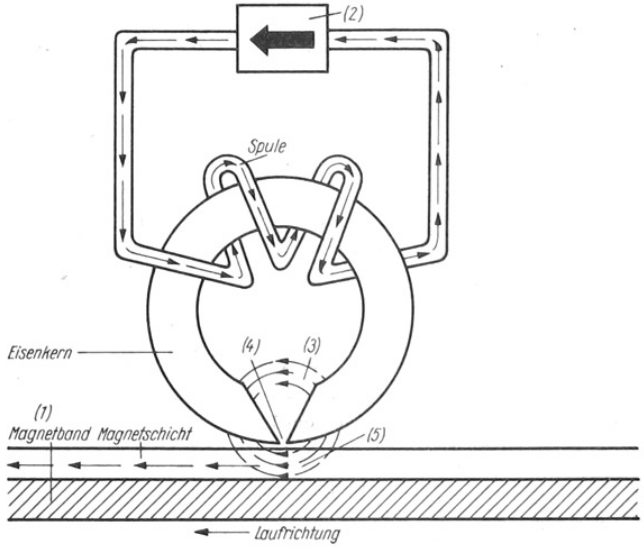


Abbildung 3
Magnetisierung des Bandes durch Magnetkopf

Das Schreiben (das Einbringen der Zeichen) und das Lesen (die Wiedergabe der Zeichen) erfolgt über Magnetköpfe, an denen das Band (1) vorbeiläuft.

Schickt man einen Gleichstrom (2) durch die Spule des Magnetkopfes, so erzeugt dieser in dem Eisenkern ein magnetisches Feld (3). An der Stelle des Kernes, wo das Band vorbeigleitet, ist der Eisenkern durch einen Luftspalt (4) unterbrochen. Er bewirkt, daß ein Teil des magnetischen Feldes nach außen und damit auch auf die magnetische Schicht des Bandes gelangt. Dieses Feld magnetisiert das betroffene Schichtmaterial in Feldrichtung bis zur Sättigung (5).

Bei der Weiterbewegung des Bandes bleibt die Magnetisierung erhalten.

Läßt man den Gleichstrom in umgekehrter Richtung durch die Spule fließen,

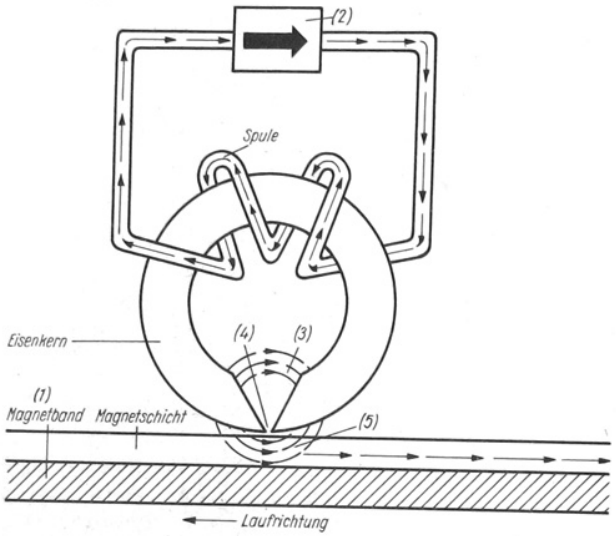


Abbildung 4
Änderung der Magnetisierungsrichtung des Bandes durch Magnetkopf

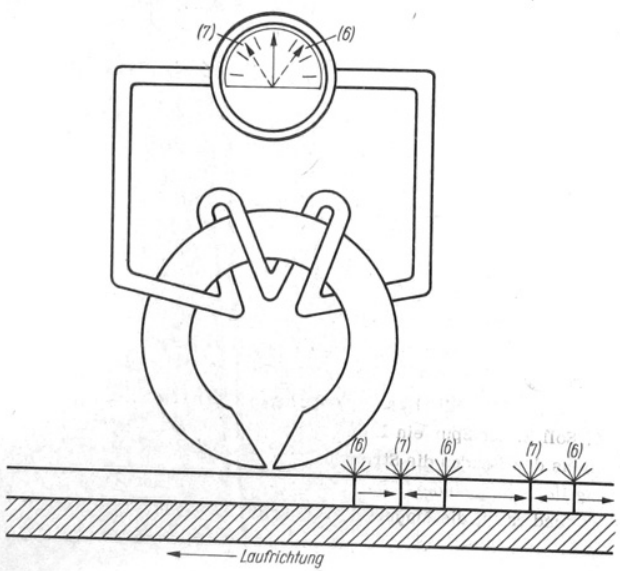


Abbildung 5
Demonstration der Magnetisierungsrichtung durch Anzeigegerät

dann hat auch das Feld am Luftspalt die entgegengesetzte Richtung. In der Schicht entsteht ein Bereich umgekehrter Magnetisierung.

Zieht man das magnetisierte Band an dem Kopf wieder vorbei, an dem nunmehr zur Überprüfung ein Anzeigeinstrument angeschlossen wird, so registriert dieses jedesmal einen Ausschlag nach rechts, wenn die magnetisierten Stellen (6) und nach links, wenn die ummagnetisierten Stellen (7) an dem Spalt vorbeilaufen.

2.2.2. Die Darstellung von Zeichen auf dem Magnetband

Mit Hilfe des Magnetisierens werden auf die Magnetbänder mit 8 Köpfen 8 Spuren parallel geschrieben. Damit kann man die 6 Bit 1, 2, 4, 8, u und v, die zur Darstellung eines alphanumerischen Zeichens gehören, sowie ein Prüfbit p gleichzeitig schreiben oder lesen.

Eine weitere Spur t dient zum Schreiben von Taktimpulsen. Mit ihnen wird die Lage eines Zeichens auf dem Band markiert. Abbildung 6 zeigt die Anordnung eines Zeichens mit den 8 Spuren einschließlich der Magnetköpfe auf dem Magnetband des Magnetbandspeichers ZMB 30.

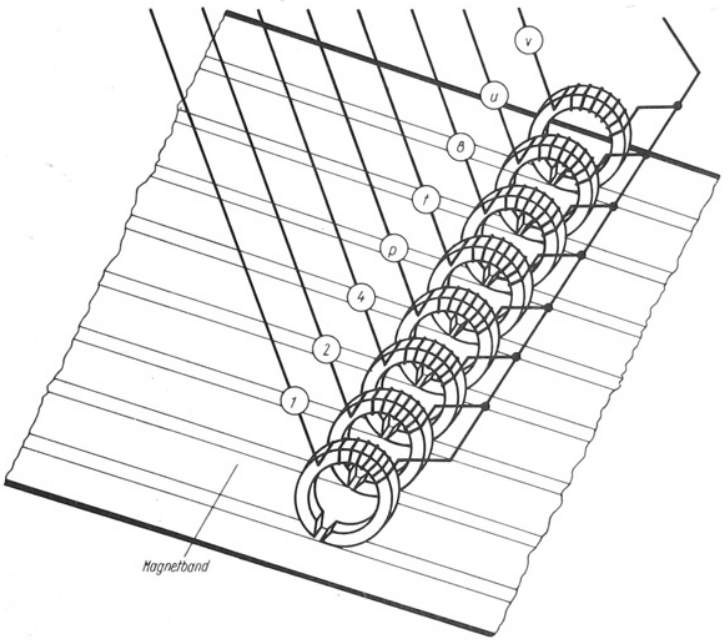


Abbildung 6
Anordnung eines Zeichens auf dem Magnetband

Auf dem Band stehen die Bits eines Zeichens untereinander. Die einzelnen Zeichen eines Wortes oder einer Zahl dagegen werden nacheinander eingeschrieben und gelesen.

Die Zeichen werden in der Richtungswechselschrift auf dem Band aufgezeichnet. Soll in der Spur ein L eingespeichert werden, wird während des Vorbeilaufens des Bandes die Stromrichtung und damit die Richtung der Magnetisierung im Band geändert. Soll eine 0 geschrieben werden, ändert man die Strom- und damit die Magnetisierungsrichtung nicht.

LEKTION 13

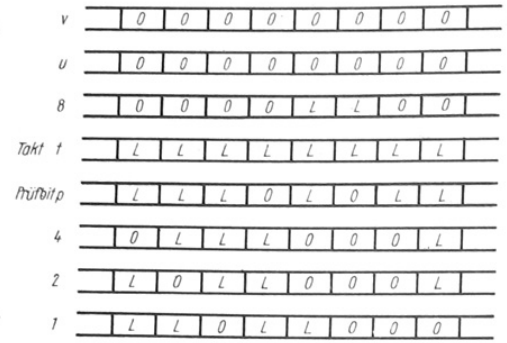


Abbildung 7
Anordnung der acht Spuren mit Zeichen auf einem Magnetband

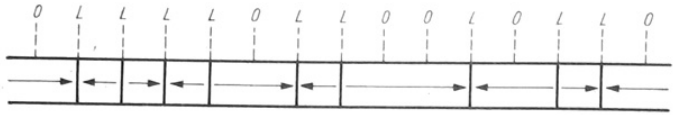


Abbildung 8
Richtungswechselschrift

Es werden 8 wechselnd magnetisierbare Spuren auf dem Band angeordnet, die von den 8 Köpfen beschrieben werden. In die Taktspur werden nur L eingeschrieben, und zwar überall dort, wo auf dem Band ein Zeichen eingetragen wurde. Diese Takt-L markieren den Beginn und das Ende einer Zeichenfolge auf dem Band und kennzeichnen, an welchen Stellen die einzelnen Zeichen zu finden sind.

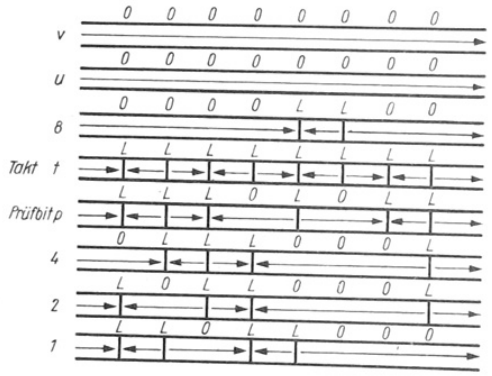


Abbildung 9
Darstellung der Richtungswechselschrift auf einem Magnetband

2.2.3. Der Schreib- und Lesevorgang

Zum Einschreiben werden dem Magnetbandspeichergerät bei laufendem Band die zu einem Zeichen gehörenden 8 Bit in Form von Impulsen parallel zugeführt. Mit Hilfe einfacher logischer Schaltungen werden die Stromquellen für die 8 Köpfe so gesteuert, daß sie bei jedem zu schreibenden L die Stromrichtungen wechseln.
Das Lesen erfolgt auf Grund der vorhandenen oder fehlenden induzierten Spannung. Bei jedem Richtungswechsel der Magnetisierung wird ein L erkannt, bei konstanter Magnetisierungsrichtung und demzufolge fehlender induzierter Spannung wird eine 0 (Null) gelesen.

Häufig wird mit zwei Köpfen je Spur gearbeitet, wovon der eine zum Schreiben und der andere zum Lesen dient. Dadurch hat man die Möglichkeit, das Aufgezeichnete sofort nach dem Schreiben wieder zu lesen und auf Richtigkeit zu überprüfen. Dieses Prinzip wird auch bei den Magnetbandgeräten des Robotron 300 angewendet.
Von großer Bedeutung ist, daß beim Lesen der Magnetisierungszustand des Bandes vollständig erhalten bleibt. Die Daten können beliebig oft abgefragt werden, ohne daß sie zerstört werden. Die Magnetbänder können jedoch auch gelöscht und wieder neu beschriftet werden. Die Bänder werden also nicht unbrauchbar.

Die sequentielle Speicherung (Folgespeicherung)

Auf einem einzigen Magnetband lassen sich etwa 10 Millionen Zeichen unterbringen. Bei 6 von der Zentraleinheit ansteuerbaren Magnetbandspeichergeräten besteht somit eine Zugriffsmöglichkeit zu 6 x 10 Millionen = 60 Millionen Zeichen. Da man die Bänder auch noch bequem auswechseln kann, ist die Kapazität praktisch unbegrenzt.
Beim Hauptspeicher erforderte die enge Zusammenarbeit mit dem Rechenwerk den direkten schnellen Zugriff zu jeder einzelnen Speicherzelle. Das geschieht in nur 5 Mikrosekunden, also einer zweihunderttausendstel Sekunde. Allerdings erfordert das sehr aufwendige Ansteuerungseinrichtungen und relativ teure Speicherelemente, die Ferritkerne.
Das ist auch ein Grund dafür, daß man an Stelle der Vergrößerung der Hauptspeicherkapazität auf externe Speichergeräte zurückgreift. Die Anlagenkosten würden sonst ökonomisch nicht vertretbar sein.
Da die Speicherkapazität eines Bandes die des Hauptspeichers um ein Vielfaches übersteigt, werden größere Aufgabenkomplexe in der Regel in Teilaufgaben zerlegt und nacheinander bearbeitet. Man teilt die gespeicherten Daten in Datenblöcke ein, die viele tausend Zeichen enthalten können. Die Blöcke sind hintereinander auf das Magnetband aufgeschrieben und können auch nur nacheinander gelesen werden. Man spricht deshalb von einer Folgespeicherung, auch sequentielle Speicherung genannt.
Nach Abarbeitung im Rechenwerk können die Resultate auf ein weiteres Band überführt und dort wieder als Block abgespeichert werden. Jeder Block hat seine Adresse. Er ist beim Magnetbandspeicher die kleinste Ansteuerungseinheit.
Der Zugriff zu den einzelnen Blöcken erfolgt in einigen tausendstel Sekunden, wenn die Blöcke in der Reihenfolge auf dem Band stehen, wie man sie zur Abarbeitung benötigt. Dann hat das Band, wird es nach der Abgabe eines Blockes gestoppt, die richtige Anfangsstellung, um den nächsten Block zu übertragen. Ist es jedoch erforderlich, einen ganz bestimmten Block, der irgendwo auf einem Band steht, erst herauszufinden – auch solche Aufgaben kommen häufig vor – so kann die Zugriffszeit infolge des erforderlichen Auffindens auf den 750 m langen Bändern einige Minuten betragen.

Die Datenein- und -ausgabe

Der Magnetbandspeicher ist ein verhältnismäßig billiger und doch leistungsfähiger Speicher. Er erweitert die Möglichkeiten der Datenverarbeitungsanlage beträchtlich, ohne daß die Hauptspeicherkapazität vergrößert werden muß.

Die Arbeitsgeschwindigkeiten der Ein- und Ausgabegeräte des Robotron 300 liegen zwischen 20 und 1000 Zeichen/s. Mit diesen Geschwindigkeiten können die Zeichen nur an die Zentraleinheit, den Hauptspeicher, abgegeben oder von dort aufgenommen werden.
Die trägheitsarm arbeitenden Magnetbandspeichergeräte gestatten weit höhere Geschwindigkeiten, nämlich 33 000 Zeichen/s. Deshalb geht man bei großem Datenanfall mehr und mehr dazu über, die Magnetbandgeräte als Ein- und Ausgabegeräte der Zentraleinheit zu nutzen.
Daten und Programme werden zum Beispiel mit Lochbändern oder Lochkarten der EDV-Anlage zugeführt und über die Zentraleinheit zunächst auf Magnetband überspielt. Zur Abarbeitung gelangen sie von dort mit hoher Übertragungsgeschwindigkeit blockweise in die Zentraleinheit. Alle Zwischenergebnisse und Endresultate werden wieder auf Magnetbändern aufgezeichnet. Mit Hilfe mehrerer Magnetbandspeichergeräte ist es möglich, Daten listenmäßig zu sortieren und die Listen nach neuen Gesichtspunkten umzustellen.
Die Magnetbänder lassen sich bequem auswechseln und über praktisch unbegrenzte Zeit ohne Informationsverlust aufbewahren. Sie können kopiert und verschickt werden. Der Platzbedarf bei gleicher Informationsmenge ist um ein Vielfaches geringer als bei Lochkarten oder Lochbändern.

2.3. Das Magnetbandsteuergerät

Das Magnetbandsteuergerät stellt die Verbindung zwischen der Zentraleinheit und den einzelnen Magnetbandspeichergeräten her. Es ist über das Zusatzspeichersteuergerät auch mit dem Zusatzspeicher verbunden und ermöglicht dadurch eine Simultanarbeit der Zentraleinheit.
Aufgabe des Magnetbandsteuergerätes ist es:

- das adressierte Magnetbandspeichergerät auszuwählen und aufzurufen,

  Dabei wird im Magnetbandsteuergerät kontrolliert, ob die an einem Magnetbandgerät eingestellte Adresse mit der vom Haupt- oder Zusatzspeicher bereitgestellten Adresse übereinstimmt. Weiterhin wird überprüft, ob sich das entsprechende Magnetbandspeichergerät in Bereitschaft befindet.

- die Information für die Speicherung auf Magnetband aufzubereiten,
- den zeitlichen Ablauf des Schreib- und Lesevorganges zu steuern,
- durch Funktionssteuerung Magnetbandgeräte unabhängig von der Aufzeichnung und Wiedergabe zur Ausführung bestimmter Funktionen, zum Beispiel des Magnetbandrücklaufes, zu veranlassen.

3. Die Zusatzspeicher

3.1. Zentraleinheit und Zusatzspeicher

Zur Erweiterung der Speicherkapazität besteht die Möglichkeit, Zusatzspeicher anzuschließen.
Über ein gemeinsames Steuergerät können Ferritkernspeicher und/oder Magnettrommelspeicher angeschlossen werden, die eine wesentliche Ent-

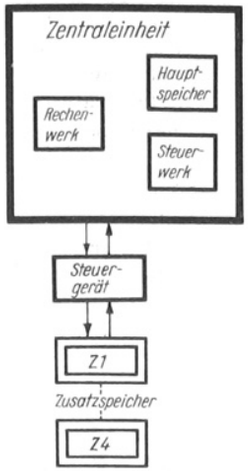


Abbildung 10
Blockschema Zentraleinheit und Zusatzspeicher

lastung für den Hauptspeicher der Zentraleinheit bedeuten, da sie einen Direktzugriff zu den Informationen bieten. Neben dem Vorteil erhöhter Speicherkapazität entfallen bei der Bearbeitung bestimmter Probleme und ihrer organisatorischen Aufbereitung Suchzeiten, wie sie sequentielle Speichermedien aufzuweisen haben. Der Einsatz beider Speichermedien kann wahlweise erfolgen, wobei folgende Varianten möglich sind:

a) 1 Ferritkernspeicher mit 10 000 Zeichen und 0 bis 3 Magnettrommelspeicher oder
b) 1 bis 4 Magnettrommelspeicher.

Die Speicherkapazität eines Magnettrommelspeichers beträgt 100 000 Zeichen.
Unter der Berücksichtigung, daß der Ferritkernspeicher zeichenadressierbar und der Trommelspeicher wortadressierbar ist (ein Trommelwort umfaßt 10 alphanumerische Zeichen), ergeben sich für die einzelnen Anschlußvarianten folgende Speicherkapazitäten:

Variante	Speicherkapazität (in Zeichen) Minimalausstattung	Maximalausstattung
a	10 000	310 000
b	100 000	400 000

Für den praktischen Einsatz ist eine Kombination aus beiden Speicherarten, die in der Zugriffszeit, der Übertragungsgeschwindigkeit und der Adressierbarkeit unterschiedlich sind, sinnvoll und anzustreben. Die Variante a bietet hierfür günstige Voraussetzungen und paßt sich den praktischen Bedürfnissen am besten an.

3.2. Ferritkernzusatzspeicher

In Aufbau und Arbeitsweise unterscheidet sich der als Zusatzspeicher eingesetzte Ferritkernspeicher nicht vom Hauptspeicher. Die Übertragungsgeschwindigkeit beträgt 100 000 Zeichen/s. Der wahlfreie Zugriff ist jederzeit und unmittelbar zu jedem Zeichen des Ferritkernspeichers möglich. Die

benötigte Zugriffszeit entspricht (bis auf die Zeit für die Ausführung des Adressentransportbefehles) der des Hauptspeichers. Mit diesen Merkmalen stellt der Ferritkernspeicher eine unmittelbare Ergänzung des Hauptspeichers dar. Die Zeichenmenge je Transportoperation ist beliebig. Sie kann ein Wort, einen Satz, eine Gruppe oder einen Block umfassen. Die maximale Länge einer Informationseinheit kann gleich der Gesamtkapazität des Ferritkernspeichers sein.

Der Ferritkernspeicher kann eingesetzt werden

- als Pufferspeicher für die Magnetbandübertragung (er ermöglicht dadurch eine Simultanarbeit der Zentraleinheit)

  Der Einsatz des Ferritkernspeichers als Pufferspeicher wirkt sich vor allem günstig beim Magnetbandsortieren aus.

- für die Speicherung von Programmteilen, die relativ selten durchlaufen werden und Sonderfälle im Rahmen der normalen Verarbeitung darstellen, und
- für die Zwischenspeicherung von Daten für die Druckausgabe, für anschließende Verarbeitungsdurchläufe usw.

3.3. Der Magnettrommelspeicher

Der Magnettrommelspeicher besitzt enge Verwandtschaft zu den Magnetbandspeichergeräten. Auch hier wird eine dünne magnetische Schicht zum Speichern der Informationen verwendet.
Kernstück des Magnettrommelspeichers ist ein Leichtmetallzylinder, die Trommel. Sie wird mit konstanter Geschwindigkeit angetrieben und rotiert mit einer Drehzahl von 1500 Umdrehungen/min.
Auf der Zylinderoberfläche ist eine dünne magnetisierbare Schicht gleichmäßig aufgetragen. Längs der Zylindermantelfläche sind 100 Magnetköpfe fest angebracht, womit wie beim Magnetbandspeichergerät in Spuren eingeschrieben und gelesen wird. Eine Spur kann 1000 Zeichen zu 8 Bit aufnehmen.
Die Art der Informationsdarstellung und der Adressierung auf der Magnettrommel sind in Abbildung 11 dargestellt.
Im Gegensatz zum Haupt- und Ferritkernzusatzspeicher werden die 8 Bit eines Zeichens fortlaufend (seriell) abgespeichert, so daß kein paralleler Zugriff zu den 8 Bit eines Zeichens möglich ist. Es liegt damit eine rein serielle Arbeitsweise vor. Auf der Magnettrommel ist die kleinste adressierbare Einheit eine Speicherzelle. Sie hat eine Kapazität von 10 alphanumerischen Zeichen. Da je Magnettrommelspeicher 10 000 Adressen zur Verfügung stehen, ergibt sich je Magnettrommel eine Speicherkapazität von 100 000 Zeichen.

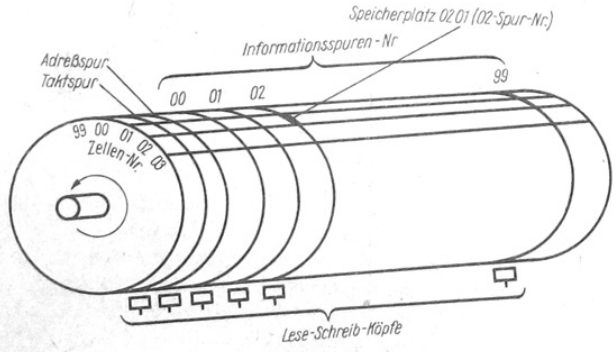


Abbildung 11
Informationsspeicherung auf der Trommel

Die Magnettrommelspeichereinheiten können verwendet werden

- zur Speicherung der täglich abzuarbeitenden Arbeitsprogramme,
- zur Zwischenspeicherung von Bewegungsdaten zwischen zwei Verarbeitungsdurchläufen sowie
- zur Aufnahme von bestimmten, nicht zu umfangreichen Bestandsdaten, wie Hilfstabellen für bestimmte Berechnungsvorgänge, für die Umwandlung eines systemlosen Schlüssels in einen dekadischen Gruppenschlüssel, Statistiktabellen mit Fortschreibecharakter.

Ferner können verschiedene Probleme, wie das Aufbereiten von Tagesübersichten, Abstimmtabellen, das Verwenden verschiedener Schlüsselarten für die Datenerfassung und die Datenverarbeitung sowie die Verwendung von Tabellen für die Durchführung von Berechnungen, wie Kontrollen über die Verarbeitungsergebnisse, günstig gelöst werden.

Gegenüberstellung von Speicherarten des Robotron 300

		Hauptspeicher	Externe Speicher		
			Magnetband-speichergerät	Magnettrommel-speicher	Ferritkernzusatz-speicher
1	Kapazität	40 000 Zeichen	10 000 000 Zeichen je Band (6 000 000 Zeichen)	100 000 Zeichen (400 000 Zeichen)	10 000 Zeichen
2	Ansteuerungs-einheit	Zeichen	Blöcke	10 Zeichen Worte, Blöcke	Zeichen
3	Zugriffszeit	5 µs = 0,000005 s	5 ms = 0,005 s (Folge) ≈ 4 min (Suche)	≈24 ms = 0,024 s (Suche)	5 µs = 0,000005 s
4	Ansteuerungs-aufwand	groß	gering	mittel	groß
5	maximale Übertragungs-geschwindigkeit	100 000 Zeichen/s	≈33 000 Zeichen/s	25 000 Zeichen/s	100 000 Zeichen/s

LEKTION

14

Das Zusammenwirken der Einzelgeräte einer EDV-Anlage

1. Einleitung
2. Die Formulierung der Aufgabe
3. Das Aufstellen des Programms
4. Das Herstellen des Datenträgers
5. Die Eingabe des Programms in die EDV-Anlage
6. Die Befehlsabarbeitung und die Ergebnisausgabe

1. Einleitung

In den bisherigen Lektionen des Themenkomplexes "Aufbau und Arbeitsweise einer elektronischen Datenverarbeitungsanlage" haben wir die Zentraleinheit, die Ein- und Ausgabegeräte und die externen Speichergeräte kennengelernt.
In dieser Lektion wollen wir das Zusammenspiel der einzelnen Geräte einer EDV-Anlage betrachten.
Um den Datenfluß beim Zusammenwirken der einzelnen Geräte verfolgen zu können, übertragen wir der EDV-Anlage die Lösung einer überschaubaren Rechenaufgabe aus dem Gebiet der ebenen Trigonometrie.

2. Die Formulierung der Aufgabe

Bei vielen technischen Berechnungen ist es erforderlich, mit Winkelfunktionen zu arbeiten, also mit den Funktionen sin x, cos x, tan x und cot x.
Es ist daher zweckmäßig, die Berechnung dieser Funktionswerte als Teilprogramm aufzustellen und für spätere Verwendungen in der Programmbibliothek aufzubewahren.
Wir stellen ein Berechnungsprogramm auf und lassen die Funktionswerte für sin x zu den Winkeln $0^{\circ} \ldots 90^{\circ}$ durch die EDV-Anlage ausrechnen. Als Schrittweite geben wir 10 Winkelminuten vor. Die Ergebnisse sollen mit einer Genauigkeit von 7 Stellen nach dem Komma ausgedruckt werden.
Auf Grund dieser Vorgaben wird die EDV-Anlage pro Winkelgrad 6 Berechnungen durchführen, so daß sich

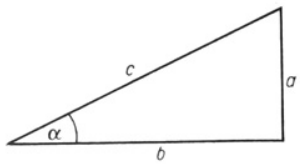
90 mal 6 = 540 Ergebniswerte

ergeben.
Wollten wir diese Arbeit ohne maschinelle Hilfsmittel verrichten, müßten wir viele Tage am Schreibtisch sitzen und rechnen.

3. Das Aufstellen des Programms

Die zu lösende Aufgabe muß so formuliert werden, daß sie von der Datenverarbeitungsanlage verstanden und bearbeitet werden kann.
Vergegenwärtigen wir uns zunächst die geläufige Schreibweise der Aufgabe.

In einem rechtwinkligen Dreieck gehört zu einem bestimmten Winkel stets ein bestimmtes Verhältnis der gegenüberliegenden Kathete zur Hypotenuse.



Kennt man die Größe dieses Verhältnisses, liegt die Größe des Winkels fest. Aus dieser Gesetzmäßigkeit leitet sich die Formel

$$\sin \alpha = \frac{a}{c} = \frac{\text{Gegenkathete}}{\text{Hypotenuse}}$$

ab. Unsere Rechenaufgabe sieht vor, zu jedem Winkel α den Sinuswert zu suchen.
Lösen wir eine trigonometrische Aufgabe in der herkömmlichen Weise, dann entnehmen wir die Werte der Winkelfunktion einem Tabellenbuch.
Wollten wir beim Einsatz einer EDV-Anlage in der gleichen Weise vorgehen, müßten alle Werte des Tabellenbuchs eingespeichert werden, um die benötigten Werte aus dem Speicher abrufen zu können. Eine derartige Arbeitsweise wäre sehr unökonomisch, da viele tausend Speicherzellen mit diesen Funktionswerten belegt werden müßten.
In der Rechentechnik lassen sich diese Funktionswerte nach Reihenentwicklungen ermitteln. Dabei hat sich die Reihendarstellung des russischen Mathematikers Tschebyschow (1821-1894) als besonders günstig erwiesen.
Für sin x kann unter Berücksichtigung der Umrechnung der Winkel von Grad in Bogenmaß folgende Darstellung angegeben werden:

$$\sin x = x \left(a_1 + \frac{x^2}{10} \left(a_3 + \frac{x^2}{10} \left(a_5 + \frac{x^2}{10} \left(a_7 + \frac{x^2}{10} \ldots\right)\right)\right)\right)$$

Durch geeignete Umformungen kommt man zu einem mathematischen Ausdruck, der für die maschinelle Berechnung geeignet ist. Die Ableitung und Weiterentwicklung dieser Formel ist nicht Gegenstand dieser Lektion. Es kommt nur darauf an, die einzelnen Schritte zu markieren, die zur Aufstellung des Programms und zur Lösung der Aufgabe nötig sind.
Für die maschinelle Lösung der Rechenaufgabe müssen wir ein Programm aufstellen, das heißt, die Formel für die Errechnung der Funktionswerte in die Sprache der Datenverarbeitungsanlage umsetzen. Die Datenverarbeitungsanlage kann nur so gut arbeiten, wie wir in der Lage sind, das Problem eindeutig zu formulieren. Es kommt also darauf an, daß der Mensch die von der Anlage zu lösenden Aufgaben genau untersucht und die Gesetzmäßigkeiten ermittelt, damit die Anlage über das Programm zu richtigen Arbeitsergebnissen kommen kann.
Als nächster Schritt entsteht der Programmablaufplan, der die Reihenfolge der Bearbeitungsvorgänge festlegt.

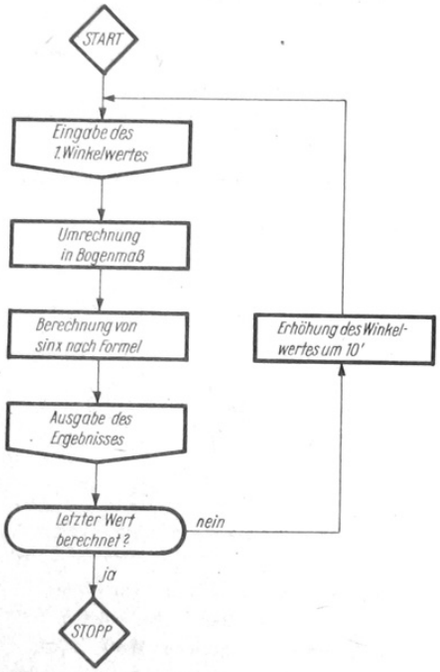


Abbildung 1
Programmablaufplan zur maschinellen Berechnung von sin x

Der hier gezeigte Programmablaufplan ist zur besseren Übersichtlichkeit stark zusammengefaßt. Die exakte Ausführung enthält eine Reihe von Verzweigungen für die Ermittlung des richtigen Wertebereichs von x, ehe es zur eigentlichen Berechnung kommen kann. Nach Ermittlung eines Funktionswertes wird zur nächsten Berechnung das Programm von vorn durchlaufen.
Die einzelnen Schritte zur Lösung der Aufgabe werden anschließend von einem erfahrenen Fachmann, dem Programmierer, in die Maschinensprache umgesetzt. Dazu verwendet man einen besonderen Vordruck, der das komplette Programm für die Errechnung der Sinusfunktionswerte durch den Robotron 300 aufnimmt (siehe Abbildung 2).

In dem oberen Teil werden die allgemeingültigen Programmangaben aufgeführt, wie
- Bezeichnung des Programms,
- Betrieb,
- Bearbeiter,
- Datum,
- Anzahl der Formularblätter.

In den Zeilen des eingerahmten Feldes stehen die eigentlichen Instruktionen. Jede Instruktion stellt einen Befehl dar, den die Maschine auszuführen hat, zum Beispiel
- Addieren,
- Multiplizieren,
- Abspeichern,
- Übertragen,
- Ausdrucken.

Das zeilenweise geschriebene Programm legt alle Schritte fest, welche die Maschine in einer bestimmten Reihenfolge zur Lösung der Aufgabe durchzuführen hat. Dabei genügt es, für jeden Schritt das gültige Symbol für die einzuleitende Maßnahme anzugeben. So löst zum Beispiel das Symbol M eine komplette Multiplikation mit dem erforderlichen Operandentransport aus. Die Einzelschritte für das Zustandekommen einer Operation werden von der Anlage nach dem Erkennen des Symbols selbständig eingeleitet.

4. Das Herstellen des Datenträgers

Mit dem Aufstellen des Programms sind die Vorbereitungsarbeiten noch nicht abgeschlossen.
Aus den vorangegangenen Lektionen ist bekannt, daß die Eingabegeräte der Datenverarbeitungsanlage Robotron 300 den Formulartext nicht erkennen können. Folglich müssen wir das Programm auf einen Datenträger umschreiben, der durch die Eingabegeräte des Robotron 300 gelesen werden kann. Als Datenträger können wir die Lochkarte oder das Lochband verwenden. Wir entscheiden uns für das Lochband zur Programmeingabe.

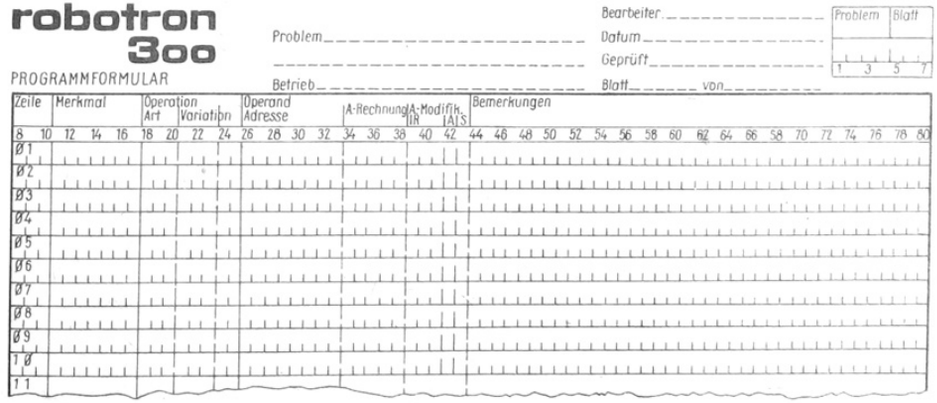


Abbildung 2 Programmformular

Abbildung 3
Schreibmaschine
Cellatron SE 5L

Das Lochband wird mit Hilfe der Schreibmaschine SE 5 L hergestellt, die mit einer Einrichtung zur Anfertigung von Lochbändern gekoppelt ist.
Das geschriebene Programmformular dient zur Kontrolle der Texteingabe und wird mit dem Originalprogramm verglichen.

5. Die Eingabe des Programms in die EDV-Anlage

Die Lösung der von uns gestellten Aufgabe kann nur mit dem Robotron 300 erfolgen, da das Programm in der Sprache dieser Anlage geschrieben worden ist.
Für den eigentlichen Betrieb der Anlage bei der Lösung von Rechenaufgaben werden nur wenige Bedienelemente betätigt. Der überwiegende Teil der Tasten und Anzeigelampen dient Kontrollzwecken und wird bei Betriebsstörungen zum Aufsuchen der Fehler benötigt.

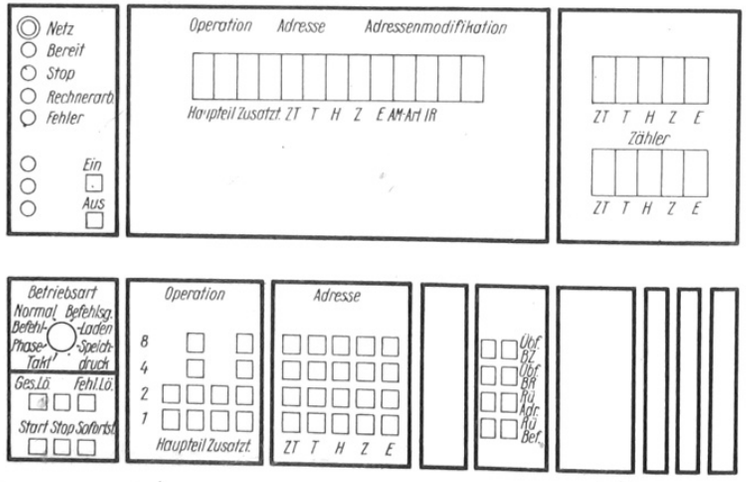


Abbildung 4
Teilansicht des
Bedienfeldes

Über den Haupttaster, der im oberen Feld des Bedienpultes angebracht ist, schalten wir die Anlage auf Betriebsbereitschaft.
Mit der Taste Gesamtlöschung stellen wir sicher, daß in keinem Register Ergebnisse aus vorangegangenen Berechnungsaufgaben zurückgeblieben sind.
Da die Anlage mit einem neuen Programm bestückt werden soll, muß der Betriebsartenschalter auf Laden eingestellt werden. Mit Laden

bezeichnen die Fachleute die Eingabe des Programmes in die Datenverarbeitungsanlage.
Da noch kein Programm eingegeben ist, muß die Steuerung der Anlage noch von außen erfolgen. Wir müssen also der EDV-Anlage eine Information geben, daß sie ein Programm aufnehmen soll. Über die entsprechenden Tasten wird der EDV-Anlage die durchzuführende Lochbandeingabe und die Anfangsadresse für die Abspeicherung des Programms im Hauptspeicher bekanntgegeben.
Zur Programmeingabe wird das Lochband benutzt, in das mit der Schreibmaschine SE 5 L das Programm eingestanzt wurde.
Das Lochband wird in den Lochbandleser eingelegt und durch das Bedienpersonal am Bedienpult die Starttaste gedrückt. Die Abtastung des Lochbandes durch den Lochbandleser erfolgt mit einer Geschwindigkeit von 300 Zeichen/s.
Das Programmlochband wird an der Leseoptik des Lochbandlesers vorbeigeführt. Dabei werden die auf dem Lochband eingestanzten Daten abgetastet, in elektrische Signale umgewandelt und über ein Register dem Hauptspeicher zugeführt.
Bei der Inbetriebnahme der EDV-Anlage haben wir durch Betätigung der Tasten am Bedienpult eine Anfangsoperation und eine Anfangsadresse von außen eingegeben.
Über die Anfangsoperation wurde der EDV-Anlage befohlen, das Lochband abzutasten und den Programminhalt über das Speicherregister nach dem Hauptspeicher zu überführen und dort einzuspeichern.
Die eingegebene Anfangsadresse informiert den Hauptspeicher, auf welchem Speicherplatz mit der Abspeicherung des Programmes begonnen werden soll. Die direkte Anweisung erhält der Hauptspeicher über die Adressenentschlüsselung.

6. Die Befehlsabarbeitung und Ergebnisausgabe

Damit sind alle Vorbereitungen abgeschlossen, um mit der Abarbeitung des Programmes beginnen zu können.

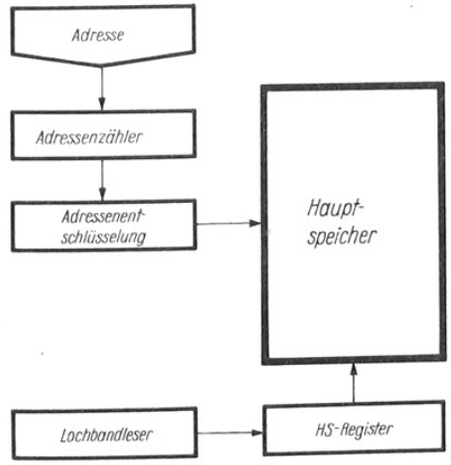


Abbildung 5
Darstellung der Operation
"Eingabe über Lochband"

Bedienpult und Kontrollschreibmaschine weisen aus, daß die Maschine betriebsbereit ist und daß das Programm die Steuerung übernehmen kann. Mit dem Drücken der Starttaste übermitteln wir der EDV-Anlage die Weisung, daß nunmehr alle weiteren Steuerungen gemäß den Befehlen des abgespeicherten Programmes zu erfolgen haben.
Ob die Anlage unseren Befehl ausführt und ob sie störungsfrei arbeitet, können wir an der Kontrollschreibmaschine beobachten. An Hand der Abbildung 6 wollen wir nun den Datenfluß bis zum Ausdrucken des Ergebnisses verfolgen.

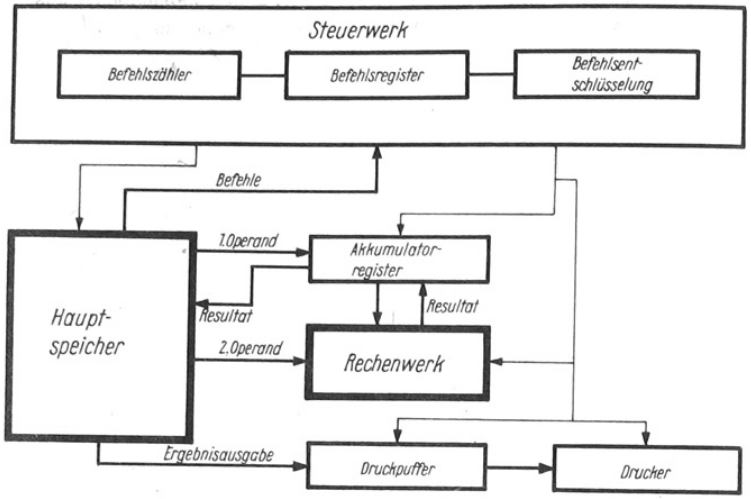


Abbildung 6
Befehlsabarbeitung und Frgebnisausgabe

Vom Bedienfeld aus wurde durch Tastendruck der Ausgangsbefehl aus dem Hauptspeicher in das Befehlsregister des Steuerwerks übertragen.
Nach erfolgter Entschlüsselung ist der erste Operand für die Berechnung aus dem Hauptspeicher abzuberufen und nach dem Akkumulator zu überführen. Die Auswertung des nächsten Befehls bewirkt eine Übertragung des zweiten Operanden vom Hauptspeicher in das Rechenwerk und gleichzeitig die Ausführung einer Rechenoperation. Dazu wird der erste Operand aus dem Akkumulator in das Rechenwerk geholt.
Nach ausgeführter Rechenoperation wird das Resultat aus dem Rechenwerk in den Akkumulator zurückübertragen.
Zwischenzeitlich wurde der nächste Befehl in das Befehlsregister übertragen. In Auswertung dieses Befehls wird das Ergebnis vom Akkumulator nach dem Hauptspeicher überführt und dort abgespeichert.
Die zu lösende Rechenaufgabe sieht vor, die erhaltenen Ergebnisse der Funktionen zu den einzelnen Winkeln auszudrucken. Das im Hauptspeicher stehende Ergebnis des ersten Funktionswertes kann jedoch noch nicht für den Druck verwendet werden, weil es nicht so formiert ist, wie es für das von uns lesbare Schriftbild erforderlich ist.
Dazu ist die Durchführung der Operation Druckaufbereitung notwendig. Mit einem weiteren Befehl wird danach die Ergebnisausgabe eingeleitet.

Aus dem Hauptspeicher wird dabei der betreffende Funktionswert über einen Ausgabekanal an den Pufferspeicher des Druckwerks übertragen. Stehen die Ergebnisdaten im Pufferspeicher, so kann die Zentraleinheit weitere Berechnungen durchführen. Das Paralleldruckwerk verarbeitet die im Puffer stehenden Daten mit der ihm eigenen Arbeitsgeschwindigkeit. Sobald der Pufferspeicher seinen Inhalt an den Paralleldrucker abgegeben hat, wird dem Steuerwerk signalisiert, daß das nächste Ergebnis übertragen werden kann.
Wir sehen also, daß die Zentraleinheit der Datenverarbeitungsanlage während der relativ langsamen Druckausgabe weiterarbeitet. Die Arbeitsgeschwindigkeit des elektro-mechanischen Druckwerks beeinflußt nicht die Arbeitsgeschwindigkeit der viel schnelleren Zentraleinheit.
Mit dem Rechenergebnis erhält der Drucker alle Steuerinformationen aus dem Pufferspeicher. Diese Steuerinformationen geben bekannt,
- wie das Formular zu gestalten ist,
- wann der Papiertransport einzusetzen hat,
- welcher Zeilenabstand einzuhalten ist usw.

GRAD	MIN.	SINUS
0	00	0. 0000000
0	10	. 0029088
0	20	. 0058177
0	30	. 0087265
0	40	. 0116352
0	50	. 0145438
1	00	. 0174524
1	10	. 0203607
1	20	. 0232690
1	30	. 0261763
1	40	. 0290847
1	50	. 0319922
2	00	. 0348994
2	20	. 0378064
89	00	. 9998477
89	10	. 9998942
89	20	. 9999323
89	30	. 9999619
89	40	. 9999831
89	50	. 9999958
90	00	1. 0000000

Abbildung 7
Ausschnitt
aus der Tabelle
für die Errechnung
der Funktionswerte
für sin x

LEKTION

14

Nach Abarbeiten des gesamten Programmes, also der Berechnungen der Funktionswerte für sin x, beginnend bei 0^{o} bis 90^{o}, steht uns über den Paralleldrucker auf einem Endlosformular die gewünschte Tabelle zur Verfügung.

Die Zeit, die der Robotron 300 für das Ausdrucken der 540 Ergebniswerte benötigt, beträgt 90 Sekunden. Hinzu kommt noch ein Zeitwert für den Papiertransport. Die gesamte Programmabarbeitung wird somit in 100 Sekunden ausgeführt.

Einige Fragen

zur Vorbereitung auf die Prüfung zum Fernsehkurs "Elektronische Datenverarbeitung"

Zur Vorbereitung der Teilnehmer des Fernsehkurses auf die Prüfung geben wir nachstehend einige Schwerpunktfragen bekannt:

1. Wodurch wird der Gebrauchswert einer EDV-Anlage bestimmt?
2. Welche Geräte gehören zur Zentraleinheit der EDV-Anlage?
3. Nennen Sie die Geräte der ersten Peripherie des Robotron 300! Welche Aufgabe haben sie?
4. Für welche Aufgaben werden die auf dem Maschinentisch installierten Geräte eingesetzt?
5. Verschlüsseln Sie das Wort "Datenverarbeitungsanlage"
   a) auf Lochband
   b) auf Lochkarte!
6. Welche Aufgabe hat das Prüfbit?
7. Welchen Einfluß haben Pufferspeicher bei der Datenein- und -ausgabe auf die Auslastung der Zentraleinheit?
8. Überlegen Sie sich an Hand selbstgewählter Beispiele, in welchen Fällen man bei der Datenausgabe die Lochkarte als Datenträger gegenüber bedrucktem Papier bevorzugen wird!
9. Für eine Datenverarbeitungsanlage Robotron 300 mögen als Datenausgabegeräte zwei Schnelldrucker, ein Lochkartenstanzer, ein Datenübertragungsgerät und ein Lochbandstanzer zur Verfügung stehen.
   a) Wieviel Ausgabegeräte können gleichzeitig an die Zentraleinheit angeschlossen werden?
   b) Welche Kombinationsmöglichkeiten für den gleichzeitigen Anschluß von Ausgabegeräten gibt es im vorliegenden Beispiel?
   c) Wieviel Möglichkeiten sind das insgesamt?
10. Was verstehen wir unter Systemunterlagen? Nennen Sie Beispiele!
11. Erläutern Sie den Zweck einer Programmbibliothek!

Weitere Schwerpunktfragen werden wir Ihnen jeweils am Schluß eines Themenkomplexes stellen.

Beiträge zum System von Rechnungsführung und Statistik im Handel

Finanzrechnung und Jahresabschluß im sozialistischen Handelsbetrieb

von Prof. Dr. habil. Günter Hennig
und Prof. Dr. habil. Gerhard Reinecke

Etwa 144 Seiten · 34 Tabellen · Broschur · etwa 7,00 M
Erscheint: Juni 1969

Mit dieser Broschüre zu spezifischen Fragen der Finanzrechnung legen die Autoren einen weiteren Beitrag zum einheitlichen System von Rechnungsführung und Statistik im Binnenhandel vor. Die Veröffentlichung trägt zur Vertiefung der betriebswirtschaftlichen Arbeit im Handel bei.

Im einzelnen werden behandelt: Aufbau und Analyse der Bilanz, Aufbau und Analyse der Ergebnisrechnung, Geschäftsbericht, Wirtschaftsprüfung und Revision der Abschlußdokumente, Methodik und Organisation der Finanzrechnung (Kontenführung, Buchungsregeln usw.).

VERLAG
DIE WIRTSCHAFT
BERLIN